
C++

// ЯЗЫК
ПРОГРАММИРОВАНИЯ

СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ C++

- Каждая подпрограмма имеет структуру, подобную функции `main()`;
- Каждая программа содержит одну или несколько функций;
- Каждая функция содержит 4 основных элемента:
 1. тип возвращаемого значения; `Int`
 2. имя функции; `main()`
 3. список параметров, `{return 0;}` -
 заключённый в круглые скобки
 4. тело функции

- эта строка значит *"вернуть операционной системе в качестве сигнала об успешном завершении программы значение 0"*.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНСОЛЬНОГО – ВВОДА/ВЫВОДА ДАННЫХ (Т.Е. В РЕЖИМЕ ЧЁРНОГО ЭКРАНА)

```
#include <iostream>; //директива процессора, предназначена для включения в
исходный текст содержимое заголовочного файла, имя которого< iostream>,
содержащий описания функций стандартной библиотеки ввода/вывода для
работы с клавиатурой и экраном.

using namespace std; //директива означ.что все определённые ниже имена будут
отн-ся к пространству имён std

Int main() //имя функции,кот.не содержит параметров и должна возвращать
значение типа Int

{Int a,b; //объявление двух переменных типа Int - целый тип

cout <<"введите два целых числа"<<endl; //оператор вывода данных на экран ,
<< - операция помещения данных в выходной поток;
endl - манипулятор, переводит сообщение на новую строчку.

cin >>a >>b; //оператор ввода данных с клавиатуры,
>> - операция для извлечения данных из выходного потока, читает значения
из cin и сохр. их в переменных.

cout >>"их сумма равна"<<a+b; //оператор вывода

return 0;} //оператор вывода
```


СТАНДАРТНЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ

- Целые типы данных – **short, int, long** и спецификаторы (*signed, unsigned*);
- Вещественные типы – **float, double, long double**;
- Символьные типы – **char, wchar_t**;
- Логический тип – **bool**, принимающий значения (true-истина, false-ложь);

Константы (const)

$a=b+2,5$ //неименованная константа;

'1L' - целочисленный литерал (тип long);

"8" – целочисл.литерал (тип int);

'f', – символьный литерал, '\n'-конец строки

Формат описания именованной константы:

[<класс памяти>]const <тип> <имя именован-ой константы>=<выражение>;

const int l= - 124;

const float k1=2,345, k=1/k1

Класс памяти- это спецификатор, определяющий время жизни и область видимости данного объекта.

Выражение, определяет значение именованной константы, т.е инициализирует её.

ПЕРЕМЕННЫЕ

Формат описания переменных:

[<класс памяти>]<тип><имя>[=<выражение> | (<выражение>)];

Пример:

```
int i,j;  
double x;
```

Значение переменных должно быть определено с помощью:

1. оператора присваивания: `int a;` *//описание переменной*
`int= a;` *//опред.значения.переменной*

2. оператора ввода: `int a;` *//описание переменной*
`cin>>a;` *//опред.знач.переменной*

3. инициализация – опред.значения переменной на этом этапе описания.

```
int i=100 //инициализация копией  
int i (100); // прямая инициализация
```

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМАТОМ ВЕЩЕСТВЕННЫХ ТИПОВ ДАННЫХ

Сущ. три аспекта оформления значения с плавающей запятой которыми можно управлять:

- *точность* (кол-во отображаемых цифр), изменяется с помощью манипулятора *setprecision*;
- *форма записи* (десятичная или экспоненц-ая);
- *указание десятичной точки для значения с пл. запятой, являющихся целыми числами*.

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{ double i=12345,6789;
  cout << setprecision(3)<<i<<endl;
  cout << setprecision(6)<<i<<endl;
  cout << setprecision(9)<<i<<endl;
  return 0;}
```

Результат работы программы:

1.23e+004

12345.7

12345.6789

- (для использования манипуляторов *endl* с аргументами требуется подключить заголовочный файл *iomanip*)

УПРАВЛЕНИЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ДАННЫХ НА ЭКРАНЕ

■ Используются манипуляторы:

1. **left** – выравнивает вывод по левому краю;
2. **right** – выравнивает вывод по правому краю;
3. **internal** – контролирует размещение отрицательного значения: выравнивает знак по левому краю, а значение по правому, заполняя пространство между ними пробелами;
4. **setprecision(int w)** – устанавливает max кол-во цифр в дробной части для вещественных чисел;
5. **setw(int w)** – устанавливает max ширину поля вывода;

Пример:

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
int main()
{ cout <<“1” <<setw(10) <<“Ivanov” <<endl;
  cout <<“2” <<setw(10) <<left<<“Ivanov” <<endl;
  cout <<“3” <<setw(10) <<right<<“Ivanov” <<endl;
  return 0;}
```

Получим:

1. Ivanov;
- 2.Ivanov;
3. Ivanov;

ЗАДАНИЕ

- С помощью данных манипуляторов запишите программу, где выравнивание отриц-го числа -23,4567 будет только по правому краю.

Должно получиться:

1. -23,4567
2. -23,5
3. - 23,5

ОПЕРАЦИИ. УНАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ

□ *Операции увеличения (декремента) и уменьшения (инкремента)*

на **1(++ и --)**; записываются в двух формах:

Префиксия – операция записывается перед операндом и увеличивает свой операнд на 1 и возвращает изменённое значений как результат

Постфиксия – операция записывается после операнда, уменьшает свой операнд на 1 и возвр.изменённое знач.как результат.

Пример:

```
#include <iostream>
int main()
using namespace std;
{ int x=3, y=4;
  cout << ++x << "\t" << --y << endl;
  cout << x++ << "\t" << y-- << endl;
  cout << x << "\t" << y << endl;
  return 0;}
```

Операции отрицания (-,!)

- ▣ **(-)** - **унарный минус** – изменяет знак операнда целого или вещественного типа на противоположный;
- ▣ **(!)** – **логическое отрицание**, даёт в результате значение 0(ложь), если операнд отличен от 0(истина), если равен операнд 0 (ложь);
- ▣ тип операнда может быть любой.

Пример:

```
#include <iostream>
int main()
using namespace std;
{ int x=3, y=0;
    bool f=false, v=true;
    cout <<-x<<"\t"<<!y<<endl;
    cout <<-y<<"\t"<<!y<<endl;
    cout <<v<<"\t"<<!v<<endl;
    return 0;}
```

БИНАРНЫЕ ОПЕРАЦИИ

- ▣ **Арифметические операции:** умножение.**(*)**, деление.**(/)**, остаток от деления.**(%)**; слож.**(+)**, вычит.**(-)**

Рассмотрим операции деления и остаток от деления:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ cout <<100/24<<"\t"<<100/24<<endl;
  cout <<100/21<<"\t"<<100,0/24<<endl;
  cout <<21%3<<"\t"<<21%6<<"-21%8"<<endl;
  return 0;}
```

- **Операции отрицания (-, !)** унарный минус – изменяет знак операнда целого или вещест-го типа на противоположный.
- **Операции отношения: (<, <=, >, >=, ==, !=)**, меньше, меньше или равно, больше, больше или равно, равно, не равно, не равно соответственно).

Результатом операций являются значения **true, false**.

Логические операции (&& и ||)

И (&&) - возвращает значение истина тогда и только тогда, когда оба операнда принимают значение истина, в противном случае операция возвращ.знач.ложь.

ИЛИ || - возвращает знач.истина тогда и.т.тогда, когда хотя бы один операнд принимает значение истина, в противном случае –ложь

- логические операции выполняются слева направо;
- приоритет операции && выше ||.

Пример:

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ cout << 'x\t y\t &&\t||' endl;
  cout << "0\t 1\t" << (0 && 1) << '\t' << (0 || 1) endl;
  cout << '0\t 1\t' << (0 && 1) << '\t' << (0 || 1) endl;
  cout << '1\t 0\t' << (1 && 0) << '\t' << (1 || 0) endl;
  cout << '1\t 1\t' << (1 && 1) << '\t' << (1 || 1) endl;
  return 0;}
```

ОПЕРАЦИИ ПРИСВАИВАНИЯ

- формат операция простого присваивания (=):
- **опреанд_1 = операнд_2**

пример: $a=b=c=100$, это выражение выполняется справа налево, результатом выполнения **$c=100$** , является число 100, которое затем присвоится переменной **b** , потом **a** .

- **Сложные** операции присваивания:
- **(*)** – умножение с присв-ем,
- **(/=)** - деление с присв-ем
- **(%=)**- остаток от деления с присв-ем,
- **(+=)** –сложение с присв.,
- **(-=)** - вычит.с присв.
- пример: к операнду _1 прибавляется операнд_2 и результат записывается в операнд_2
- т.е. $c = c + a$, тогда **компактная запись** **$c += a$**

ТЕРНАРНАЯ ОПЕРАЦИЯ

- **Условная операция (?:)**
- Формат условной операции: **операнд_1 ? операнд_2 : операнд_3**
- **Операнд_1** это логическое или арифметическое выражение;
- Оценивается с точки зрения эквивалентности константам true и false;
- **Если** результат вычисления **операнда_1 равен true**, то результат условной операции **будет значение операнда_2**, иначе операнда_3;
- Тип может различаться;
- Условная операция является сокращ. формой услов-го оператора if;

Пример:

```
#include <iostream>
int main()
using namespace std;
{ int x, y, max;
  cin >> x >> y;
  (x>y)? cout << x: cout << y << endl;
  max=(x>y)? x:y;
  cout << max << endl;
  return 0;}
```

Результат:

для x=11 и y=9

11

11

//1 нахождение наибольшего значения для двух целых чисел;
//2

ВЫРАЖЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТИПОВ

- Примеры:
- $(a+0,12)/6; \quad x \&\& y \parallel !z;$
- $(t*\sin(x)-1,05e4)/((2*k+2)*(2*k+3))4;$
- операции выполняются в соответствии с приоритетом;
- если в одном выражении имеются неск. операций одинаково приоритета, то унарные операции выполняются- *справа налево*, остальные – *слева направо*
- Т.е: $a=b+c$ значит $a=(b=c)$,
- $a+b+c$ значит $(a+b)+c$
- в выражения могут входить операнды различных типов;
- при одинаковом типе операндов, результат будет им. тот же тип;
- если разного типа операнды, то операнд с более «низким» типом будет преобразован к более «высокому» типу для сохранения значимости и точности:

| Тип данных | Старшинство |
|------------|-------------|
| har | высший |
| double | |
| float | |
| long | |
| Int | |
| short | |
| char | низший |

Неявное преобразование:

```
include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ int a=100, b; float c=4,5, d;
  d=a/c;    //1- без потери точности
  cout << "d=" << d << endl;
  b=a/c;    //2- с потерей точности
  cout << "b=" << b << endl; return 0;}
```

▣ Задания:

1. Составить программу, которая для заданного значения x вычисляет значения выражения:
 $x^2 + \sin(x+1)/25$, с учётом приоритета операций в с++:
 $(\text{pow}(x,2) + \sin(x+1)/25$;
2. Написать программу, подсчитывающую площадь квадрата, периметр которого равен p .

Пусть дан квадрат со стороны a , тогда: $p = 4a$, $a = p/4$
 $s = a^2$ $S =$

ОПЕРАТОРЫ C++

- Программа на языке C++ состоит из последовательности операторов, каждый из них определяет значение некоторого действия;
- Все операторы разделены на 4 группы:
 - операторы следования;
 - операторы ветвления;
 - операторы цикла;
 - операторы передачи управления.

ОПЕРАТОРЫ СЛЕДОВАНИЯ

- К ним относятся : **оператор выражение и составной оператор.**
- **Выражение**, завершающееся точкой с запятой, рассматривается как оператор (вычислении значения выражения или выполнении законченного действия);
`++i;` //оператор инкремента
`x+=y;` //оператор сложение с присваиванием
`f(a, b)` //вызов функции
`x= max (a, b) + a*b;` //вычисление сложного выражения
- Частным случаем оператора выражения является **пустой оператор** ;
(используется, когда по синтаксису оператор требуется, а по смыслу — нет)
- **Составной оператор** или **блок** представляет собой последовательность операторов, заключенных в фигурные скобки.
- **Блок обладает собственной областью видимости:** объявленные внутри блока имена доступны только внутри блока;
- Составные операторы применяются в случае, когда правила языка предусматривают наличие только одного оператора, а логика программы требует нескольких операторов.

ОПЕРАТОРЫ ВЕТВЛЕНИЯ

- К ним относятся : *условный оператор if* и *оператор выбора switch*, они позволяют изменить порядок выполнения операторов в программе.

Условный оператор if

- if** используется для разветвления процесса обработки данных на два направления.
- if имеет формы: *сокращенную* или *полную*.
- Формат сокращенного оператора if:** **if (B) S;**
B –логич. или арифметич. выражение, истинность которого проверяется;
S - один оператор: простой или составной.
- При выполнении сокращенной формы оператора if сначала вычисляется выражение *B*, затем проводится анализ его результата: если *B* истинно, то выполняется оператор *S*; если *B* ложно, то оператор *S* пропускается.
- С помощью сокращенной формы оператора If можно либо выполнить оператор S, либо пропустить его.*
- Формат полного оператора if:** **if (B) S1 ; else S2;**
S1, S2- один оператор: простой или составной.
- При выполнении полной формы оператора *if* сначала вычисляется выражение *B*, затем анализируется его результат: если *B* истинно, то выполняется оператор *S1* а оператор *S2* пропускается; если *B* ложно, то выполняется оператор *S2*, а *S1* - пропускается.
- С помощью полной формы оператора if можно выбрать одно из двух альтернативных действий процесса обработки данных.*

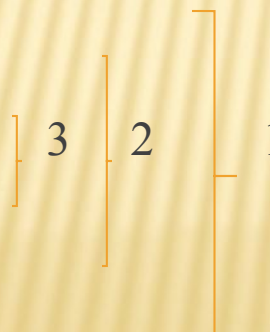
Примеры записи условного оператора *if*.

- `if (a > 0) x=y;` // сокращенная форма с простым оператором
- `if (++i) {x=y; y=2*z;}` // сокращенная форма с составным оператором
- `if (a > 0 || b<0) x=y; else x=z;` //полная форма с простым оператором
- `if (i+j-1) { x= 0; y= 1;} else {x=1; y:=0;}` //полная форма с составными операторами
- **Операторы S1 и S2 могут являться операторами *if***, такие операторы наз. **вложенные**;
- Ключевое слово ***else*** связывается с ближайшим предыдущим словом ***if***, которое еще не связано ни с одним ***else***.

Примеры алгоритмов с использованием вложенных условных операторов:

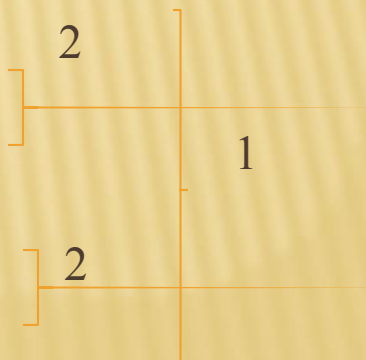
Пример 1 Уровни вложенности *If*

```
if(A<B)
  if (C < D)
    if(E<F)X=Q;
  else X = R;
else X=Z;
else X = Y;
```



Пример 2 Уровни вложенности *if*

```
if (A<B)
  if (C<D) X=Y
  else X=Z:
    else
      if (E<F) X=R;
      else X=Q;
```



□ Оператор выбора *switch*

предназначен для разветвления процесса вычислений на несколько направлений.

□ **Формат оператора:**

switch (<выражение>)

{case <константное_выражение_1>: [<оператор 1>]

case <константное_выражение_2>: [<оператор 2>]

.....

case <константное_выражение_n>: [<оператор n>]

[default: <оператор>]}

- **Выражение**, стоящее за ключевым словом *switch*, должно иметь арифметич. тип или тип указатель.

- Все константные выражения должны иметь разные значения, но совпадать с типом выражения, стоящим после *switch*.

- **Ключевое слово** *case* и расположенное после него константное выражение называют также **меткой** *case*.

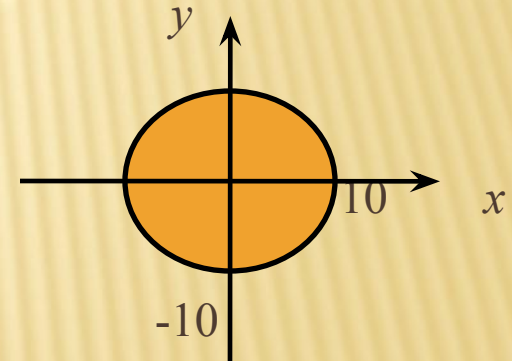
- Выполнение оператора начинается с вычисления выражения, расположенного за ключевым словом *switch*.
- Полученный результат сравнивается с *меткой case*.
- Если результат выражения соответствует *метке case*, то выполняется оператор, стоящий после этой метки.
- Затем последовательно выполняются все операторы до конца оператора *switch*, если только их выполнение не будет прервано с помощью *оператора передачи управления break*
- При использовании *оператора break* происходит выход из *switch* и управление переходит к первому после него оператору.
- Если совпадения выражения ни с одной *меткой case* не произошло, то выполняется оператор, стоящий после слова *default*, а при его отсутствии управление передается следующему за *switch* оператору.

- Пример. Известен порядковый номер дня недели. Вывести на экран его название.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{int x; cin >>x;
switch (x)
{ 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 <<"вы ошиблись";}
return 0;}
```


ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРАТОРОВ ВЕТВЛЕНИЯ:

- Дана точка на плоскости с координатами (x, y) .
- Составим программу, которая выдает одно из сообщений «Да», «Нет», «На границе» (в зависимости от того, лежит ли точка внутри заштрихованной области, вне заштрихованной области или на ее границе)
- *Заданная область разбивает всю плоскость на 3 непересекающихся множества точек.*
- I_1 - множество точек, лежащих внутри области;
- I_2 - множество точек, лежащих вне области;
- I_3 - множество точек, образующих границу области.



- Точка с координатами (x, y) может принадлежать только одному из них;
- Множества I_1, I_2, I_3 значительно труднее описать математически, чем интервалы в примере 2, поэтому для проверки выбираются те два множества, которые наиболее просто описать математически. (труднее всего описать точки границы области).
- Для рис. 1 множества задаются следующим образом; $I_1: x^2 + y^2 < 10^2$; $I_2: x^2 + y^2 > 10^2$;

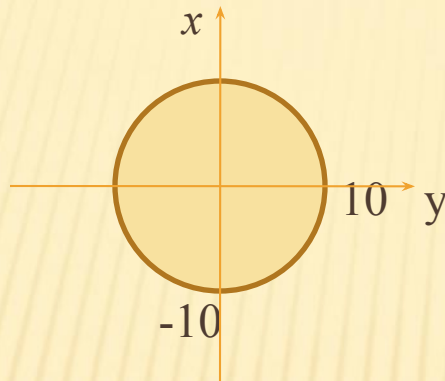
$$I_3: x^2 + y^2 = 10^2.$$

Множества

$I_1: x^2 + y^2 < 10^2; \quad I_2: x^2 + y^2 > 10^2;$

$I_3: x^2 + y^2 = 10^2.$

рис.1



Результат программы:

Координаты точек

ответ

0

да

10

на границе

-12

нет

```
#include < iostream>
```

```
#include <cmath>
```

```
using namespace std;
```

```
int main()
```

```
{ float x,y;
```

```
cout << "x="; cin >> x;
```

```
cout << "y="; cin >> y;
```

```
if (x*x+y*y< 100) //точки внутри области ?
```

```
cout << "Да";
```

```
else if (x*x+y*y>100) //точки вне области?
```

```
cout<<"НЕТ";
```

```
else cout << "на границе";
```

```
return 0;}
```

Множества задаются (для рисунка 2) :

$I_1: |x| < 10$ и $|y| < 5$; $I_2: |x| > 10$ или $|y| > 5$;

$I_3: (|x| \leq 10 \text{ и } y = 5) \text{ или } (|x| \leq 10 \text{ и } y = -5) \text{ или } (|y| < 5 \text{ и } x = 10) \text{ или } (|y| < 5 \text{ и } x = -10).$

рис.2

```
#include <iostream>
```

```
#include <cmath>
```

```
int main()
```

```
cout << "x="; cin >> x;
```

```
cout << "y="; cin >> y;
```

```
If (fabs(x) < 10 && fabs(y) < 5) //точки внутри области?
```

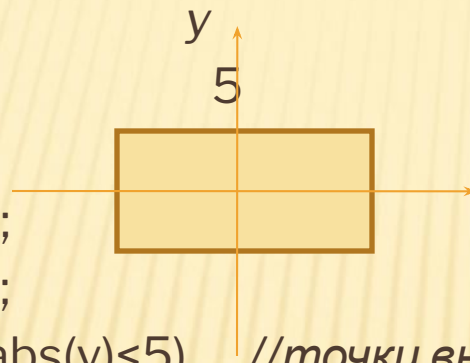
```
cout << "Да";
```

```
else if (fabs(x) > 10 || fabs(y) > 5) //точки вне области?
```

```
cout << "Нет";
```

```
else cout << "на границе";
```

```
return 0;}
```



Результат:

координаты точек

ответ

0 0

да

10 5

на границе

-12 13

нет

- Дан номер фигуры (1- квадрат, 2 - треугольник);
- по номеру фигуры запросить необходимые данные для вычисления площади;
- произвести вычисление площади фигуры и вывести получ-ые данные на экран.

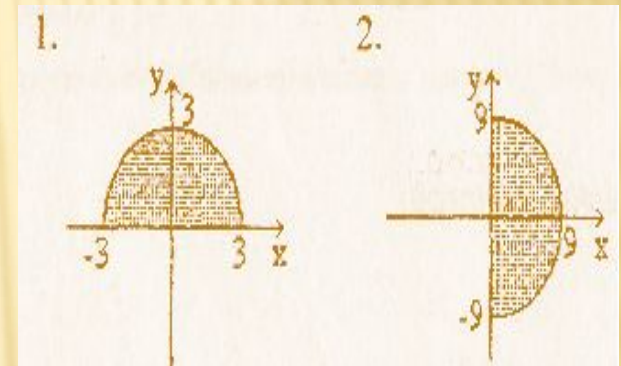
```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;
int main()
{ int x;
  cout << "Программа подсчитывает площадь:\n1. квадрата;\n2. треугольника.\n3. выход из программы";
  cout << "Укажите номер фигуры или завершите работу с программой.\n";
  cin >> x;
  switch (x)
  {case 1 :{cout << "введите длину стороны квадрата\n";
    float a; cin >> a;
    if (a>0) cout << "Площадь квадрата со стороной" << a << "равна\t" << a*a;
    else cout << "Квадрат не существует\n";
    break;}
    case 2: {cout << "введите длины сторон треугольника\n";
    float a,b,c,p, s; cin >> a >> b >> c;
    if (a+b>c && a+c>b && b+c>a)
    {p=(a+b+c)/2; s= sqrt(p*(p-a)*(p-b)*(p-c));
    cout << "Площадь треугольника со сторонами" << a << b << c << "равная\t" << s;}
    else cout << "Треугольник не существует\n";
    break;}
    case 3: break;
    default: cout << "Номер фигуры указан не верно\n";}
  return 0;}
```


ЗАДАНИЕ

- 1. Дана точка на плоскости с координатами (x, y) .
- Составить программы, которые выдают одно из сообщений:
- «Да», «Нет», «На границе» ,
- в зависимости от того, лежит ли точка:
 - внутри заштрихованной области,
 - вне заштрихованной области
 - или на ее границе.

Области задаются графически следующим образом:

- 2. Дан порядковый номер месяца, вывести на экран его название.
- 3. Дан порядковый номер дня недели, вывести на экран количество дней оставшихся до конца недели.



ОПЕРАТОРЫ ЦИКЛА

Операторы цикла используются для организации многократно повторяющихся вычислений.

- цикл с предусловием `while`,
- цикл с постусловием `do while`
- цикл с параметром `for`.

Цикл с предусловием `while`:

Оператор цикла `while` организует выполнение одного оператора (простого или составного) неизвестное заранее число раз.

Формат цикла `while`: `while (B) S;`

`B` - выражение, истинность которого проверяется (условие завершения цикла);

`S` - тело цикла: один оператор (простой или составной).

Перед каждым выполнением тела цикла анализируется значение выражения `B`:

- если оно истинно, то выполняется тело цикла, и управление передается на повторную проверку условия `B`;
- если значение `B` ложно - цикл завершается и управление передается на оператор, следующий за оператором `S`.
- если результат выражения `B` окажется ложным при первой проверке, то тело цикла не выполнится ни разу

- если условие B во время работы цикла не будет изменяться, то возможна ситуация заикливания, то есть невозможность выхода из цикла.

Внутри тела должны находиться операторы, приводящие к изменению значения выражения B так, чтобы цикл мог завершиться.

Рассмотрим программу вывода на экран целых чисел из интервала от 1 до n .

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int n, i=1;
    cout << "n="; cin >> n;
    while (i<=n)    //пока i меньше или равно n
    {
        cout<<i<<"\t";    //выводим на экран значение i
        ++i;    //увеличиваем i на единицу
    }
    return 0;}
```

Результаты работы программы:

| | n | ответ |
|----|-------------|-------|
| 10 | 12345678910 | |

- Замечание: используя операцию постфиксного инкремента, тело цикла можно заменить одной командой `cout << '++' << "\t"`.

ЦИКЛ С ПОСТУСЛОВИЕМ **DO WHILE**

- В отличие от цикла *while* условие завершения цикла проверяется после выполнения тела цикла.
- Формат цикла *do while*:** **do S while (B);**
B - выражение, истинность которого проверяется (условие завершения цикла);
S - тело цикла: один оператор (простой или блок).
- Сначала выполняется оператор *S*, а затем анализируется значение выражения *B*:
 - если оно истинно, то управление передается оператору *S*,
 - если ложно - цикл заверш. и управление передается на оператор, следующий за условием *B*.

Пример(*do while*): программа вывода на экран целых чисел из интервала от 1 до *n*.

- `#include <iostream>`
- `using namespace std;`
- `int main()`
- `{int n, i=1;`
- `cout <<"n="; cin >>n;`
- `do //выводим на экран i, а затем увеличиваем`
- `cout<<i++<<"\t"; //ее значения на единицу`
- `while (i<=n); //до тех пор пока i меньше или равна n`
- `return 0;}`

Результаты работы программы:

| n | ответ |
|----|----------------------|
| 10 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |

ЦИКЛ С ПАРАМЕТРОМ **FOR**

- Цикл с параметром имеет следующую структуру:
- **for (<инициализация>; <выражение>; <модификации>) <оператор>;**
- *Инициализация* используется для объявления и присвоения начальных значений величинам, используемым в цикле.
- В этой части можно записать несколько операторов, разделенных запятой. Областью действия переменных, объявленных в части инициализации цикла, является цикл и вложенные блоки.
- **Выражение** определяет условие выполнения цикла:
 - если его результат истинен, цикл выполняется.
- *Истинность* выражения проверяется перед каждым выполнением тела цикла, таким образом, цикл с параметром реализован как цикл с предусловием.
- **Модификации** выполняются после каждой итерации цикла и служат обычно для изменения параметров цикла.
- В части модификаций можно записать несколько операторов через запятую.
- **Оператор** (простой или составной) представляет собой тело цикла.

- Любая из частей оператора *for* (инициализация, выражение, модификация, оператор) может отсутствовать, но точку с запятой, определяющую позицию пропускаемой части, надо оставить.

- `#include <iostream>`
- `using namespace std;`
- `int main()`
- `{ int n; cout <<"n="; cin >>n;`

Результаты работы программы:

- **`for (int i=1; j<=n; i++)`** //для *i* от 1 до *n* с шагом 1 ответ
- `cout<<i<<"\t";` //выводить на экран значение *i* 10ⁿ 123456789 10
- `return 0;}`

- Замечание. Используя операцию постфиксного инкремента при выводе данных на экран, цикл *for* можно преобразовать следующим образом:

- **`for (int i=1; i<=n;) cout<<i+ + <<"\t";`**

- В этом случае в заголовке цикла *for* отсутствует блок модификации.

ВЛОЖЕННЫЕ ЦИКЛЫ

- Циклы могут быть простые или вложенные (кратные, циклы в цикле).
- Вложенными могут быть циклы любых типов: *while*, *do while*, *for*.
- Структура вложенных циклов на примере *типа for* приведена ниже:

```
for(i=1;i<ik;i++)
```

```
{...
```

```
  for (j=10; j>jk;j- -)
```

```
    {...for(k=1;k<kk;j+=2){...}
```

```
    ...}
```

```
  ...}
```

3 2 1

Каждый внутренний цикл должен быть полностью вложен во все внешние циклы.

--- «Пересечения» циклов не допускается.

- Рассмотрим пример использования вложенных циклов, который позволит вывести на экран следующую таблицу:
-

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|--|
| □ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | #include <iostream> |
| □ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | using namespace std; |
| □ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | int main() |
| □ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | { for (int i=1; i<=4;++i,cout<<endl) <i>//внешний цикл</i> |
| | | | | | | for (int j= 1; j<=5; ++j) <i>//внутренний цикл</i> |
| | | | | | | cout<<"2\t"; <i>//тело внутреннего цикла</i> |
| | | | | | | return 0;} |

- Внешний цикл определяет количество строк, выводимых на экран. В блоке модификации данного цикла стоят два оператора.
- Первый ++/ будет увеличивать значение *i* на единицу после каждого выполнения внутреннего цикла, а второй -*cout <<endl* будет переводить выходной поток на новую строку.
- Внутренний цикл является телом внешнего цикла.
- Внутренний цикл определяет, сколько чисел нужно вывести в каждой строке, а в теле внутреннего цикла выводится нужное число.

- Рассмотрим еще один пример использования вложенных циклов, который позволит вывести на экран следующую таблицу:

```
                                #include <iostream>
1   3                          using namespace std;
1   3   5                      int main()
1   3   5   7   { for (int i=1; i<=5; ++i, cout<<endl) //внешний цикл
1   3   5   7   9   for(int j=1;j<=2*i-1;j+=2)  //внутренний цикл
                                cout<<j<<"\t";  //тело внутреннего цикла
                                return 0;}
```

- В данном случае таблица состоит из пяти строчек, в каждой из которых печатаются только нечетные числа.
- Последнее нечетное число в строчке зависит от ее номера.
- Эта зависимость выражается через формулу $k = 2i - 1$ (зависимость проверить самостоятельно), где k - последнее число в строке, i - номер текущей строки. Внешний цикл следит за номером текущей строки i а внутренний цикл будет печатать нечетные числа из диапазона от 1 до $2i - 1$.

ЗАДАНИЕ

- ▣ Вывести на экран числа в виде следующих таблиц:

▣ 1.)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

2.)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|
| 5 | | | | | |
| 5 | 5 | | | | |
| 5 | 5 | 5 | | | |
| 5 | 5 | 5 | 5 | | |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРАТОРОВ ЦИКЛА

Программу, которая выводит на экран квадраты всех целых чисел от А до В (А и В целые числа, при этом А<В).

- Необходимо перебрать все целые числа из интервала от А до В.
- Эти числа представляют собой упорядоченную последовательность, в которой каждое число отличается от предыдущего на 1.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ int a, b;
  cout <<"a="; cin >>a;
  cout <<"b="; cin >>b;
  int i=a;
  while (i<=b)
    cout<<i*i++<<"\t";
  return 0;}
```

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ int a, b;
  cout <<"a="; cin >>a;
  cout <<"b="; cin >>b;
  int i=a;
  do cout<<i*i++<<"\t";
  while (i<=b);
  return 0;}
```

- Выражение ***i*i++*** (значение которого выводится на экран в теле каждого из циклов)
- С учетом приоритета в начале выполнится операц.умножение, результат которой будет помещен в выходной поток, а затем постфиксный инкремент увеличит значение *i* на 1.

ЗАДАНИЕ

- Написать программу, которая выводит на экран квадраты всех четных чисел из диапазона от A до B (A и B целые числа, при этом $A < B$).
- (решить можно с помощью любого оператора цикла);

ОПЕРАТОРЫ БЕЗУСЛОВНОГО ПЕРЕХОДА

- В C++ есть четыре оператора, изменяющие естественный порядок выполнения операторов:
- оператор безусловного перехода *goto*,
- оператор выхода *break*,
- оператор перехода к следующей итерации цикла *continue*,
- оператор возврата из функции *return*.

ОПЕРАТОР БЕЗУСЛОВНОГО ПЕРЕХОДА **GOTO**

- Оператор безусловного перехода **goto** имеет формат: **goto <метка>;**
- В теле той же функции должна присутствовать ровно одна конструкция вида:
<метка>: <оператор>;
- Оператор goto передает управление на помеченный меткой оператор
- пример использования оператора goto:
- ```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{float x;
metka: cout <<"x="; //оператор, помеченный меткой
 cin>>x;
 if (x) cout<<"y="<<1/x<<endl;
 else { cout<<"функция не определена\n";
 goto metka; // передача управление метке
 }
 return 0;}
```
- при попытке ввести 0 на экран будет выведено сообщение «функция не определена», после чего управление будет передано оператору, помеченному меткой, и программа повторно попросит ввести значение x.
- использование оператора goto затрудняет чтение больших по объему программ, поэтому использовать метки нужно только в крайних случаях.*

# ОПЕРАТОР ВЫХОДА **BREAK**

---

- **Оператор *break*** используется внутри операторов ветвления и цикла для обеспечения перехода в точку программы, находящуюся непосредственно за оператором, внутри которого находится *break*.
- **Оператор *break*** применяется также для выхода из оператора *switch*, аналогичным образом он может применяться для выхода из других операторов.



# ОПЕРАТОР ПЕРЕХОДА К СЛЕДУЮЩЕЙ ИТЕРАЦИИ ЦИКЛА **CONTINUE**

- Оператор перехода к следующей итерации цикла **continue** пропускает все операторы, оставшиеся до конца тела цикла, и передает управление на начало следующей итерации (повторение тела цикла).

*Рассмотрим оператор continue на примере:*

- `#include <iostream>`
- `using namespace std;`
- `int main()`
- `{ for (int i=1; i<100; ++i)   //перебираем все числа от 1 до 99`  
    `{if (i % 2) continue;   //если число нечетное, то переходим к следующей итерации`  
    `cout<<i<<"\t";}         //выводим число на экран`
- `return 0;}`

- В результате данной программы на экран будут выведены только четные числа из интервала от 1 до 100, т.к. для нечётных чисел текущая итерация цикла прерывалась и команда `cout<<i<<"\t"` не выполнялась.

***Оператор возврата из функции return:***

- Оператор возврата из функции **return** завершает выполнение функции и передает управление в точку ее вызова.

# МАССИВЫ. УКАЗАТЕЛИ.

- Когда компилятор обрабатывает оператор определения переменной, например, `int a = 50;`, то он выделяет память в соответствии с типом `int` и записывает в нее значение 50)
- Все обращения в программе к переменной по ее имени заменяются компилятором на адрес области памяти, в которой хранится значение переменной., **такие переменные называются указателями.**
- В C++ различают три вида указателей:
  - - **указатели на объект,**
  - - **на функцию и на void;**
- **Указатель на объект** содержит адрес области памяти, в которой хранятся данные определенного типа (простого или составного).
- **Объявление указателя на объект имеет следующий вид:**  
**<базовый тип> [<модификатор>] \* <имя указателям**
- **базовый тип** — имя типа переменной, адрес которой будет содержать переменная указатель;
- **модификатор** необязателен., может иметь значение: *near*, *far* или *huge*



- Указатель может быть переменной или константой, указывать на переменную или константу, а также быть указателем на указатель.
- 

- **Например:**

- `int i;` //целочисленная переменная
- `const int j=10;` //целочисленная константа
- `int *a;` //указатель на целочисленное значение
- `int **x;` //указатель на указатель на целочисленное значение
- `const int *b;` //указатель на целочисленную константу
- `int * const c=&i;` //указатель-константа на целочисленную переменную
- `const int *const d=&j;` //указатель константа на целую переменную

- **Указатель типа `void`** применяется в тех случаях, когда конкретный тип объекта,

- адрес которого нужно хранить, не определен.

- Указателю на `void` можно присвоить значение указателя любого типа, а также сравнить его с любым указателем, но перед выполнением каких-либо действий с областью памяти, на которую он ссылается, требуется преобразовать его к конкретному типу явным образом.



- **Перед использованием указателя надо выполнить его *инициализацию*, т.е. присвоение нач. значения.**

- **Существуют следующие способы инициализации указателя:**
- 

- **1)** присваивание указателю адреса существующего объекта:

- с помощью операции получения адреса:

- `int a=50; //целая переменная`

- `int *x=&a; //указателю присваивается адрес целой переменной a`

- `int *y (&a); // указателю присваивается адрес целой переменной a`

- с помощью значения другого инициализированного указателя

- `int *z=x; //указателю присваивается адрес, хранящийся в x:`

- с помощью имени массива или функции (рассмотрим позже).

- **2)** присваивание указателю адреса области памяти в явном виде:

- `int *p=(int *) 0xB8000000;`

- где 0xB8000000 - шестнадцатеричная константа, `(int *)` - операция явного приведения типа к типу указатель на целочисленное значение.

- **3)** присваивание пустого значения:

- `int *x=NULL; int *y=0;`

- где NULL стандартная константа, определенная как указатель равный 0

- **4)** выделение участка динамической памяти и присваивание ее адреса указателю:

- `int *a = new int; //1`

- `int *b = new int (50); //2`

- 
- **4)** выделение участка динамической памяти и присваивание ее адреса указателю:
    - `int *a = new int;        //1`
    - `int *b = new int (50);   //2`
  - `// 1` операция **new** выполняет выделение достаточного для размещения величины типа *int* участка динамической памяти и записывает адрес начала этого участка в переменную *a*.
  - Память под переменную *a* выделяется на этапе компиляции.
  - `//2`, кроме действий описанных выше, производится инициализация выделенной динамической памяти значением 50.
  - Освобождение памяти, выделенной с помощью операции **new**, должно выполняться с помощью операции **delete**.
  - При этом переменная-указатель сохраняется и может инициализир-ся повторно.
  - пример использования операции **delete**:
    - `delete a; delete []b;`

# ССЫЛКИ

- Ссылка представляет собой синоним имени, указанного при инициализации ссылки.
- Ссылку можно рассматривать как указатель, который разыменовывается неявным образом.
- Формат объявления ссылки: **<базовый тип> & <имя ссылки>**

Например:

```
int a; //целочисленная переменная
```

- ```
int &b=a; //ссылка на целочисленную переменную a
```

Следующий пример:

- ```
#include <iostream>
```
- ```
using namespace std;
```
- ```
int main()
```
- ```
{int a=50; //целочисленная переменная a
```
- ```
int &b=a; //ссылка b - альтернативное имя для переменной a
```
- ```
cout <<"a\t b\n";
```
- ```
cout «a <<"\t" «b«endl;
```
- ```
a++; //1
```
- ```
cout «a <<"\t" «b«endl;
```
- ```
b++; //2
```
- ```
cout «a <<"\t" «b«endl;
```
- ```
return 0;}
```


ОДНОМЕРНЫЙ МАССИВ

- ❑ **Одномерный массив** - это фиксированное количество элементов одного и того же типа, объединенных общим именем, где каждый элемент имеет свой номер.
- ❑ **Нумерация элементов массива в C++** начинается с нулевого элемента, то есть, если массив состоит из 10 элементов, то его элементы будут иметь следующие номера: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- ❑ Элементы массива могут быть любого типа, в том числе и структурированного (кроме файлового).
- ❑ Между указателями и массивами существует взаимосвязь: любое действие над элементами массивов, которое достигается индексированием, может быть выполнено и с помощью указателей.
- ❑ Вариант программы с указателями будет работать быстрее.

- Дан массив из 10 целых чисел. Написать программу, которая заменяет в данном массиве все отрицательные элементы нулями.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ int n; cout<<"n="; cin>>n;      //ввели количество элементов массива
  int a[n];    //объявляем статический массив размерностью n
  for (int i=0;i<n; ++i) //ввод и обработка данных
  {cout<<"a["<<i<<"]="; cin>>a[i]; //ввод очередного элемента
    if (a[i]<0) a[i]=0;} //если i-тый элемент массива отрицат., то заменяем его на 0
  for (int i=0;i<10;++i) cout<<a[i]<<"M"; //вывод массива на экран
  return 0;}
```

- Результат работы программы: Исходные данные Ответ
2 -4 1 2 -2 0 23 -12 1 -1 2 0 1 2 0 0 23 0 1 0

- Дан массив из n целых чисел ($n < 100$). Написать программу для подсчета среднего арифметического четных значений данного массива.

```
□ #include <iostream>
□ using namespace std;
□ int main()
□ { int n; cout<<"n="; cin>>n;
□ int a[n], k=0;
□ float s=0;
□ for (int i=0;i<n; ++i)
□ { cout<<"a["<<i<<"]="; cin>>a[i];    //ввод очередного элемента в массив
□ if (!(a[i]%2))    //если остаток при делении элемента на 2 равен 0
□ {s+=a[i];++k;} //то элемент четный - добавить его к сумме и увеличить
□ } // количество четных элементов на 1
□ if (k)    //если k не нулевое, то четные числа в последовательности есть
□ cout <<"sr="<< s/k<<endl; //и можно вычислить их среднее арифметическое значение
□ else cout<<" четных чисел в последовательности нет "<<endl;
□ return 0;}
```

| | | | |
|--------------------|---|-----------------|-------------------------------|
| □ Результат работы | n | Исходные данные | Ответ |
| □ программы: | 5 | 1 3 7-41 9 | четных чисел в послед-сти нет |
| □ | 4 | 2 4 6 4 | sr = 4.00 |

Выражение $a[i] \% 2$ будет давать 0, если $a[i]$ четное число. В C++ 0 трактуется как ложь, поэтому

- Дан массив из n целых чисел ($n < 100$). Написать программу, которая определяет наименьшее элемент в массиве и его порядковый номер.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{ int n; cout<<"n="; cin>>n;
  int a[n];
  for (int i=0;i<n; ++i) { cout<<"a["<<i<<"]="; cin>>a[i];}
  int min=a[0]; //в качестве наименьш.значения полагаем нулевой элемент массива
  int nmin=0; //соответственно его порядковый номер равен 0
  for (int i=1;i<n; ++i) //перебираем все элементы массива с первого по последний
    if (a[i]<min) //если очередной элемент окажется меньше значения min то в
      качестве
      {min=a[i]; //нового наименьш.значения запоминаем значение текущего
        элемента
        nmin=i;} //массива и, соответственно, запоминаем его номер
  cout <<"min="<< min<<"\t nmin=" << nmin<<endl;
  return 0;}
```

| Результат работы программы: | n | Исходные данные | Наименьшее значение | Его номер |
|-----------------------------|---|-----------------|---------------------|-----------|
| | 5 | 13 7 -41 9 - 41 | 4 | |

ЗАДАНИЕ

- Дана последовательность целых чисел.
- 1. заменить все положительные элементы противоположными числами;
- 2. заменить все отрицательные элементы, не кратные 3, противоположными им числами.
- 3. подсчитать среднее арифметическое нечётных элементов массива (для двумерного массива)
- 4. подсчитать сумму элементов кратных 9.
- 5. заменить все минимальные элементы на противоположные.

ДВУМЕРНЫЕ МАССИВЫ

- Двумерные массивы (матрицы, таблицы) - представляют собой фиксированное количество элементов одного и того же типа, объединенных общим именем, где каждый элемент определяется номером строки и номером столбца, на пересечении которых он находится.
- Двумерные массивы находят свое применение тогда, когда исходные данные представлены в виде таблицы, или когда для хранения данных удобно использовать табличное представление.
- Нумерация строк и столбцов начинается с нулевого номера.
- Поэтому если массив содержит три строки и четыре столбца, то строки нумеруются: 0, 1, 2; а столбцы: 0, 1, 2, 3.
- В C++ двумерный массив реализуется как одномерный, каждый элемент которого также массив.

- В двумерном массиве, элементами которого являются целые числа, подсчитать среднее арифметическое четных элементов массива.
-

```
#include <iostream>
using namespace std;
//Функция создает и заполняем двумерный массив
int ** creat(int &n, int &m)
{cout <<"n="; cin >>n; cout <<"m="; cin >>m;
  int **mas=new int *[n];
  for (int i=0; i<n; ++i) mas[i]=new int [m];
  for (int i=0; i<n; ++i)
    for (int j=0; j<m; ++j) {cout<<"mas["<<i<<"]["<<j<<"]="; cin.>>mas[i][j];}
  return mas;}
```



```

int main()
{ int n,m, k=0;
  int **a=creat(n,m);
  for (int i=0;i<n; ++i)  //обработка элементов массива
  for (int j=0;j<m; ++j)
    {if (!(a[i][j]%2))//если элемент массива четный, то добавляем его к сумме и
      {s+=a[i][j]; k++;}}    //увеличиваем количество четных элементов на 1
  if (k) cout <<s/k;
  else cout<<" Четных элементов в массиве нет";
  for (int i=0;i<n; i++) delete [] a[i]; //освобождаем память, выделенную под
  массив delete [] a;
  return 0;}

```

Результат работы программы:

| n | m | Массив Anxm | Ответ |
|---|---|-------------|-----------------------------------|
| 2 | 3 | 213 | 4.00 |
| | | 136 | |
| 3 | 2 | 3 | чётных элементов в массиве нет |

- Дан двумерный массив, элементами которого являются целые числа.
 - Найти значение максимального элемента массива.
-

```
□ #include <iostream>
□ using namespace std;
□ int ** creat(int &n, int &m)
□ {cout <<"n=";"cin >>n; cout <<"m="; cin >>m;
□ int **mas=new int *[n];
□ for (int i=0; i<n; ++i) mas[i]=new int [m];
□ for (int i=0; i<n; ++i)
□     for (int j=0; j<m; ++j) {cout<<"mas["<<i<<"]["<<"j<<"]="; cin>>mas[i][j]}
□ return mas;}
```

□ P.s

```

int main()
{
    int n,m;
    cout <<"n="; cin >>n; cout <<"m="; cin >>m; //ввели размерность массива
    int **a=creat(n,m);
    int max=a[0][0]; //первоначально качестве максимального элемента
    полагаем a[0][0]
    for (int i=0;i<n; ++i) // просматриваем все элементы массива
        for(int j=0;j<m; ++j)
            if (a[i][j]>max) //если очередной элемент больше значения
                //максимального,
                max=a[i][j]; //то в качестве максимального запоминаем этот
                элемент
    cout<<"max="<<max;
    for (int i=0;i<n; i++) delete [] a[i] //освобождаем память, выделенную под
    массив
    delete [] a;
    return 0;}

```

Результат работы программы: n m Массив $A_{n \times m}^*$ Ответ

2 3 2 1 3 6

- Дана квадратная матрица, элементами которой являются вещественные числа. Подсчитать сумму элементов главной диагонали.
-

- Для элементов, стоящих на главной диагонали характерно то, что номер строки совпадает с номером столбца. Этот факт будем учитывать при решении задачи.

- `#include <iostream>`
- `using namespace std;`
- `float** creat(int &n)`
- `{cout <<"n="; cin >>n;`
- `float **mas=new int *[n];`
- `for (int i=0; i<n; ++i) mas[i]=new int [n];`
- `for (int i=0; i<n; ++i)`
- `for (int j=0; j<n; ++j) {cout<<"mas["<<i<<"]["<<"j"<<]; cin>>mas[i][j];}`
- `return mas;}`

- P.s

```

□ int main()
□ { int n;
□ float **a=creat(n);
□ float s=0;
□ for (int i=0;i<n; i++) //просматриваем все строки массива
□   s+=a[i][i]; //добавляем к сумме значение элемента стоящего на главной
□   диагонали
□ cout<<" Сумма элементов главной диагонали ="<<s;
□ for (int i=0;i<n; i++) delete [] a[i]; //освобождаем память, выделенную под
□ массив
□ delete [] a;
□ return 0;}

```

| | | | | |
|---|------------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| □ | Результат работы | n | Массив $A_{n \times n}$ | Ответ |
| □ | программы: | 3 | 2.4 -1.9 3.1 | Сумма элементов главной диагонали |
| □ | | 1.1 3.6 -1.2 | | =4.300 |
| □ | | -2.1 4.5 -1.7 | | |