

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА**

Литвинская О.С., Артюшина Е.А., Андреева Т.В.

ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ C++

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

ПЕНЗА, 2017

Рецензент:
заведующий кафедрой "Информационно-вычислительные системы",
кандидат технических наук Васин Л.А.

Составители: Литвинская О.С., Артюшина Е.А., Андреева Т.В.

Методические указания предназначены для студентов, изучающих основы алгоритмизации и программирования, содержит задания и примеры выполнения лабораторных работ по языку программирования C++, входящего в состав комплекса Visual Studio 2010. Тематика лабораторных работ соответствует рабочей программе, написанной в соответствии со стандартом образования. Каждая работа содержит: краткие теоретические сведения, пример решения задачи: условие задачи, алгоритм в виде блок-схемы, программа на языке программирования C++. Задания для выполнения лабораторных работ приведены в конце каждой темы. Каждая работа заканчивается контрольными вопросами.

Содержание

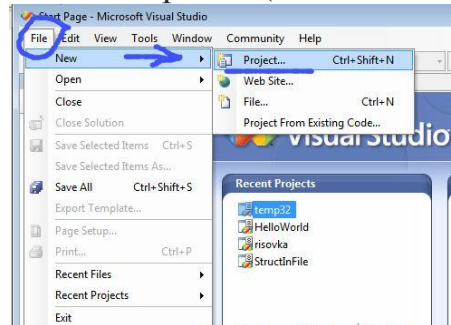
Введение	4
Лабораторная работа № 1	6
Лабораторная работа № 2	15
Лабораторная работа № 3	20
Лабораторная работа № 4	25
Лабораторная работа № 5	32
Лабораторная работа № 6	41
Лабораторная работа № 7	49

Введение

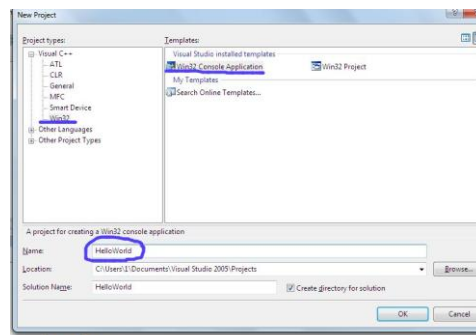
Microsoft Visual Studio — линейка продуктов компании Microsoft, включающих интегрированную среду разработки программного обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данные продукты позволяют разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом.

Создание проекта и добавление исходного файла состоит из следующих шагов.

1. Создание проекта, последовательно выбрав в меню Файл пункты Создать и Проект (File-New-Project).

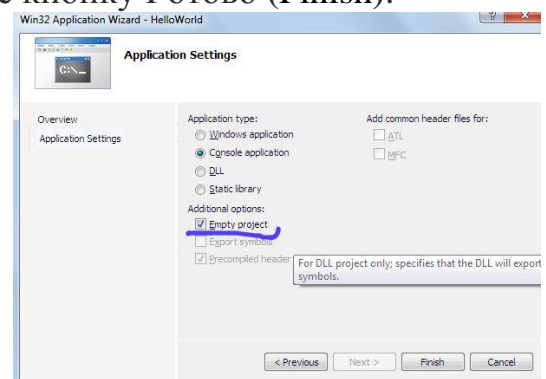
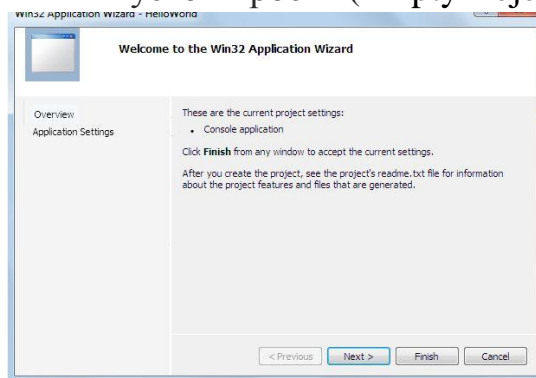


2. В области типов проектов Visual C++ выберите группу Win32 и щелкните элемент Консольное приложение (Win32 Console Application).
3. Введите имя проекта.



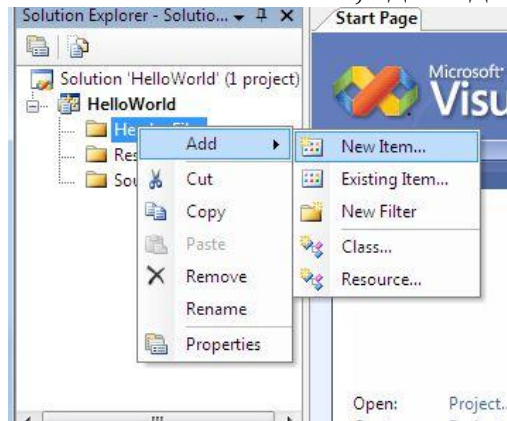
По умолчанию имя решения, содержащего проект, совпадает с именем проекта, однако можно ввести другое имя. Также можно указать другое расположение для проекта. Нажмите кнопку ОК, чтобы создать проект.

4. В мастере приложений Win32 нажмите кнопку Далее (Next), выберите вариант Пустой проект (EmptyProject) и нажмите кнопку Готово (Finish).

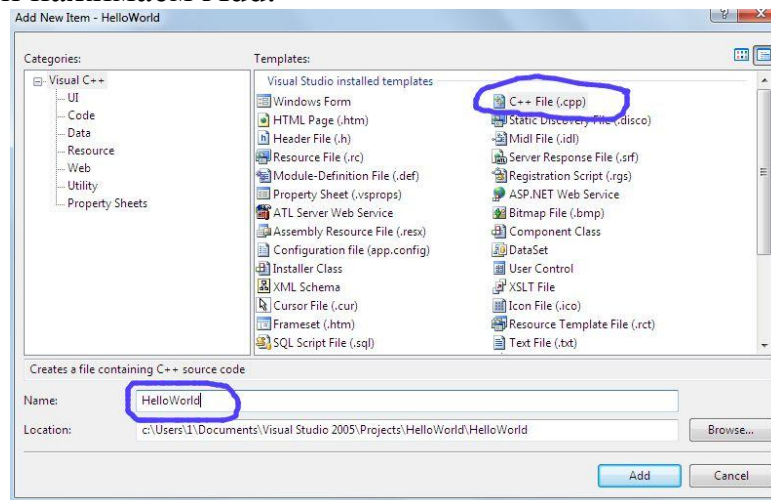


5. Далее появилось окно Solution Explorer, в котором должно быть название вашего проекта. Если у вас Solution Explorer не появляется, то скорее всего надо

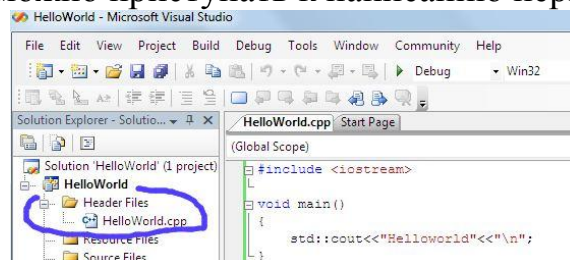
нажать View-Solution Explorer (это в основном меню). Под названием проекта отображены значки трех папок. Нас интересует Header Files. — жмем на ней правой клавишей мыши открывается контекстное меню, где надо выбрать New Item.



6. Далее появляется новое окно, в котором выбираем C++ File (.cpp), вводим название проекта и нажимаем Add.



Если все правильно, то можно приступить к написанию первой программы



Написав текст программы и можно проверить её нажав ctrl+F5.

Каждая лабораторная работа включает в себя следующие шаги:

1. Выбрать задание, соответствующее номеру варианта.
2. Составить алгоритм решения задачи.
3. Составить программу, осуществляющую ввод исходных данных, необходимые вычисления и вывод результатов. Ввод и вывод сопроводить комментариями.
4. Выполнить программу на ЭВМ, проверяя правильность всех ветвей алгоритма.
5. Оформить отчёт.

Лабораторная работа № 1

Тема: "Программирование алгоритмов линейной структуры"

Цель работы: изучение основных типов данных, способов описания переменных различных типов, операторов присваивания и организации ввода – вывода.

Краткие теоретические сведения:

Алгоритм – это последовательность действий, выполняемых по строго определенным правилам, однозначно определяющая процесс решения задачи и заведомо приводящая к её решению за некоторое количество шагов. Алгоритмизация – разработка формального метода решения практической задачи с возможностью реализации в виде программы для ЭВМ.

Изображение алгоритма в виде схемы выполняется в соответствии с ГОСТ 19.701–90 Единой системы программной документации «Схемы алгоритмов, программ, данных и систем».

Структура программ для Microsoft Visual Studio.

```
// struct_program.cpp: определяет точку входа для консольного
1 приложения.
2 #include "stdafx.h"
3 //здесь подключаем все необходимые препроцессорные
4 директивы
5 int main() { // начало главной функции с именем main
6 //здесь будет находится ваш программный код
}
```

В строке 1 говорится о точке входа для консольного приложения, это значит, что данную программу можно запустить через командную строку Windows указав имя программы, к примеру, такое struct_program.cpp. Строка 1 является однострочным комментарием, так как начинается с символов //. В строке 2 подключен заголовочный файл "stdafx.h". Данный файл похож на контейнер, так как в нем подключены основные препроцессорные директивы (те, что подключил компилятор, при создании консольного приложения), и вспомогательные (подключенные программистом).

include — директива препроцессора, т. е. сообщение препроцессору. Строки, начинающиеся с символа # обрабатываются препроцессором до компиляции программы.

заголовочные файлы:

Библиотека `cmath` определяет набор функций для выполнения общих математических операций и преобразований. Математические функции:

1) тригонометрические функции:

cos-вычисление косинуса угла, переведенного в радианы;

sin-вычисление синуса угла, переведенного в радианы;

tan-вычисление тангенса угла, переведенного в радианы;

acos-вычисление арккосинуса, результат будет в радианах;

asin-вычисление арксинуса, результат будет в радианах;

atan-вычисление арктангенса, возвращаемый результат будет в радианах;
atan2-вычисление арктангенса и квадранта по координатам x и y, возвращаемый результат будет в радианах;

2) гиперболические функции:

cosh-вычисление гиперболического косинуса;
sinh-вычисление гиперболического синуса;
tanh-вычисление гиперболического тангенса;

3) экспоненциальные и логарифмические функции:

exp-вычисление экспоненты;
frexp-получить мантиссу и показатель степени двойки;
ldexp-генерация числа по значению мантиссы и показателю степени;
log-натуральный логарифм;
log10-десятичный логарифм;
modf-разделение вещественного значения на дробную и целую части;

4) функции степени:

pow-возведение числа в степень. Пример использования функции;
sqrt-корень квадратный;

5) округление, модуль и другие функции

ceil-округление до наименьшего целого значения;
fabs-вычислить модуль значения;
floor-округление до наибольшего целого значения;
fmod-остаток от деления числителя на знаменатель.

Пример использования функций:

```
#include <iostream> // для оператора cout
#include <cmath>     // для функции pow

int main()
{
    std::cout << "5.0 ^ 4 = "    << pow (5.0, 4)    << std::endl;
    std::cout << "2.77 ^ 9 = "   << pow (2.77, 9)   << std::endl;
    std::cout << "12.01 ^ 11.54 = " << pow (12.01, 11.54) << std::endl;
    std::cout << "sqrt(" << param << ") = "
               << sqrt(param)           // вычисляем корень квадратный
               << std::endl;
    double param = 60.0;           // угол 60 градусов
    std::cout << "Косинус "    << param
               << " градусов = " << cos(param * PI / 180) // вычисляем косинус угла,
               //переведённого в радианы
               << std::endl;
    double param = 0.5;
    std::cout << "Арксинус " << param
               << " = " << (asin (param) * 180.0 / PI) // вычисляем арксинус
               << " градусов " << std::endl;
    double val = 5.5, result;
    result = log (val);             // вычисляем натуральный логарифм
    std::cout << "ln(" << val << ") = "
               << result << std::endl;
    return 0;
```

}

Файлы кода C++ (с расширением .cpp) не являются единственными файлами в проектах и программах. Есть еще один тип файлов, который называется **заголовочный файл** (файл заголовка, подключаемый файл или header file). Они имеют расширение .h, но иногда их можно увидеть и с расширением .hpp или вообще без расширения. Целью заголовочных файлов является удобное хранение предварительных объявлений для использования другими файлами. Всё содержимое из заголовочного файла копируется в файл *.cpp, т.е. всё содержимое становится доступным для использования.

Заголовочные файлы:

- cstdio (stdio.h)-заголовочный файл для выполнения операций ввода/вывода;
- cstring (string.h)-заголовочный файл для работы со строками;
- iostream-заголовочный файл с классами, функциями и переменными для организации ввода-вывода. Для удобства в библиотеке определены три стандартных объекта-потока:

cin – объект класса istream, соответствующий стандартному вводу. В общем случае он позволяет читать данные с терминала пользователя;

cout – объект класса ostream, соответствующий стандартному выводу. В общем случае он позволяет выводить данные на терминал пользователя;

cerr – объект класса ostream, соответствующий стандартному выводу для ошибок. В этот поток мы направляем сообщения об ошибках программы.

Вывод осуществляется, как правило, с помощью перегруженного оператора сдвига влево (<<), а ввод – с помощью оператора сдвига вправо (>>).

Основные типы данных представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Типы данных C++

Тип	байт	Диапазон принимаемых значений
целочисленный (логический) тип данных		
bool	1	0 / 255
целочисленный (символьный) тип данных		
char	1	0 / 255
целочисленные типы данных		
short int	2	-32 768 / 32 767
unsigned short int	2	0 / 65 535
int	4	-2 147 483 648 / 2 147 483 647
unsigned int	4	0 / 4 294 967 295
long int	4	-2 147 483 648 / 2 147 483 647
unsigned long int	4	0 / 4 294 967 295
типы данных с плавающей точкой		
float	4	-2 147 483 648.0 / 2 147 483 647.0
long float	8	-9 223 372 036 854 775 808 .0/ 9 223 372 036 854 775 807.0
double	8	-9 223 372 036 854 775 808 .0 / 9 223 372 036 854 775 807.0

Способы ввода данных в языке возможно двумя способами: форматированные ввод-вывод или потоковый.

При форматированном способе используются операторы ввода `scanf` вывода `printf`. Синтаксис операторов имеет вид:

```
scanf(<строка описания форматов> [, <список ввода>]);
printf(<строка описания форматов> [, <список вывода>]);
```

Строка описания форматов состоит из обычных символов, специальных управляющих последовательностей символов и спецификаций формата. Обычные символы и управляющие последовательности просто копируются в стандартный выходной поток в порядке их появления. Спецификации формата начинаются с символа `%` и заканчиваются символом, определяющим тип выводимого значения. Кроме того, спецификации формата могут содержать символы и цифры для управления видом выводимого значения (подробно см. ниже). Список вывода состоит из переменных и/или констант, значения которых должны быть выведены. Количество спецификаций формата должно быть равно количеству выводимых значений, которые указываются в списке вывода.

К управляющим последовательностям относятся последовательности символов, представленных в таблице 2.

Таблица 2 — Управляющие символы

Последовательность	Действие
<code>\a</code>	Звуковой сигнал
<code>\b</code>	Удаление предыдущего символа
<code>\n</code>	Новая строка
<code>\r</code>	Возврат каретки
<code>\t</code>	Горизонтальная табуляция
<code>\v</code>	Вертикальная табуляция
<code>\'</code>	Апостроф
<code>\"</code>	Кавычки
<code>\\</code>	Обратный слеш
<code>\ooo</code>	ASCII символ в восьмеричной нотации
<code>\xooo</code>	ASCII символ в шестнадцатеричной нотации

Иногда при работе операторов используются спецификаторы форматов (таблица 3-5).

Таблица 3 — Спецификаторы формата для оператора `printf`

Символ	Назначение
<code>%c</code>	символ
<code>%d</code>	целое десятичное число
<code>%i</code>	целое десятичное число
<code>%e</code>	десятичное число в виде <code>x.xx e+xx</code>
<code>%E</code>	десятичное число в виде <code>x.xx E+xx</code>
<code>%f</code>	десятичное число с плавающей запятой <code>xx.xxxx</code>
<code>%F</code>	десятичное число с плавающей запятой

	xx.xxxx
%g	%f или %e, что короче
%G	%F или %E, что короче
%o	восьмеричное число
%s	строка символов
%u	беззнаковое десятичное число
%x	шестнадцатеричное число
%X	шестнадцатеричное число
%%	символ %
%p	указатель
%n	указатель

Кроме того, к командам формата могут быть применены модификаторы l и h (таблица 4).

Таблица 4

Обозначение	Назначение
%ld	печать long int
%hu	печать short unsigned
%Lf	печать long double

Таблица 5 — Спецификаторы формата для оператора scanf

Символы	Назначение
%c	чтение символа
%d	чтение десятичного целого
%i	чтение десятичного целого
%e	чтение числа типа float (плавающая запятая)
%h	чтение short int
%o	чтение восьмеричного числа
%s	чтение строки
%x	чтение шестнадцатеричного числа
%p	чтение указателя
%n	чтение указателя в увеличенном формате

Примеры использования спецификаторов и модификаторов в операторах ввода-вывода:

```
int    m, n, x;
double y;
char   c = '&';
char   str[] = "String";
scanf("%d%d", &m, &n);    // Ввод десятичных целых чисел в переменные m и n
```

```

printf("m = %5d\nn = %5d\n", m, n);      // Вывод переменных m и n в десятичном целом формате,
используются как минимум 5 знаков
scanf("%d", &x);      // Ввод десятичного целого числа в переменную x
printf("%#010x\n", x);      // Вывод переменной x в шестнадцатеричной системе, используются 10
знаков,
// впереди добавляются нули и символы 0x
scanf("%lf", &y);      // Ввод вещественного числа в переменную y
printf("y = %7.2lf\n", y);      // Вывод вещественной переменной, используются как минимум 7
знаков, из них 2 – после точки
printf("c = %c\n", c);      // Вывод одного символа
printf("%.4s\n", str);
}

```

Составим программу на языке C++ для умножения двух чисел.

```

//Подключение стандартных библиотек:
#include<iostream>
#include <math.h> // для работы с мат.функциями acos, log10, log, atan
using namespace std; // пространство имен, где определяются идентификаторы
void main()      //заголовок главной функции программы
{
    //операторные скобки
    setlocale(0, "Russian"); //установка вывода сообщений на русском языке
    float x,y,z;      //описание переменных (имя и тип)
    system("cls");      //функция очистки экрана
    cout<<"Введите числа x,y: "<<endl; //вывод сообщения на экран
    cin>>x>>y;      //считать 2 вещ.числа, записать их по адресу перем. x,y
    z=x*y;
    cout<<"Произведение="<<z;      //вывести результат на экран
    system("pause");
}      //конец главной функции

```

Пример выполнения задания.

Задание: вычислить значение функции $y = \frac{\sin^3 c \cdot \cos^2 a}{5 \sin^d b} + \frac{2}{15}$ при

$A = 9,5$; $B = 1,365$; $C = 6,5$; $D = 5$. Использовать два варианта ввода исходных данных и вывода результатов: возможности библиотеки функций языка C и библиотеки классов языка C++.

Схема программы для задания представлена на рисунке 3:

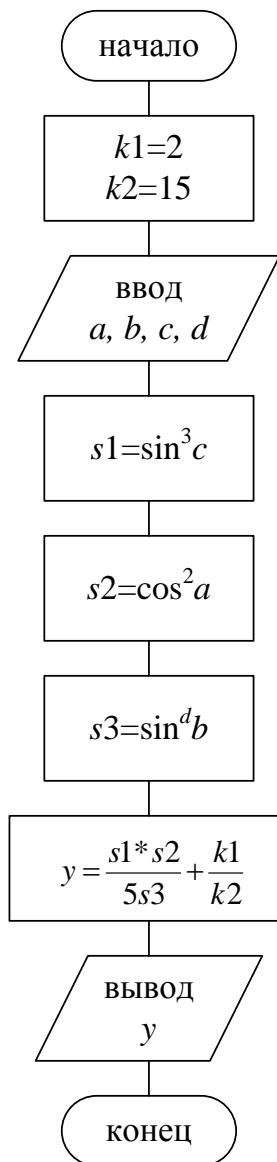


Рисунок 3

Текст программы с использованием библиотеки функций языка С (форматированный ввод-вывод) для ввода исходных данных и вывода результатов:

```

//Лабораторная работа 1
//с использованием библиотеки классов языка C++
// форматированный ввод-вывод
# include <iostream>
# include <math.h>
using namespace std;
void main()
{
    setlocale(0, "Russian"); //Вывод сообщений на русском языке
    const double k1=2.0;
    const double k2= 15.0;
    double a, b, c, d, s1, s2, s3, y;
    system("cls");           //Очистка экрана
    printf("Введите значения переменных a, b, c, d:\n");
    scanf("%lf%lf%lf%lf", &a, &b, &c, &d);
    s1=pow(sin(c), 3);
    s2=pow(cos(a), 2 );
  
```

```

s3=pow(sin(b), d );
y=(s1*s2)/(5*s3) + k1/k2;
printf("Искомое значение y=%lf", y);
system("pause");          //Пауза
}

```

Текст программы с использованием библиотеки классов языка C++ (поточный ввод-вывод) для ввода исходных данных и вывода результатов:

```

//Лабораторная работа 1
//с использованием библиотеки классов языка C++
// потоковый ввод-вывод
# include <iostream>
# include <math.h>
using namespace std;
void main()
{
    setlocale(0, "Russian"); //Вывод сообщений на русском языке
    const double k1= 2.0;
    const double k2= 15.0;
    double a, b, c, d, s1, s2, s3, y;
    system("cls");          //Очистка экрана
    cout<<"Введите значения переменных a, b, c, d:"<<endl;
    cin>>a>>b>>c>>d;
    s1=pow(sin(c), 3);
    s2=pow(cos(a), 2 );
    s3=pow(sin(b), d );
    y=(s1*s2)/(5*s3) + k1/k2;
    cout<<"Искомое значение y="<<y;
    system("pause");        //Пауза
}

```

Контрольные вопросы

1. Структура программы на языке C++
2. Директивы препроцессора, заголовочные файлы, прототипы библиотечных функций, их вызовы.
3. Этапы обработки текста программы. Включение текстов из заголовочных файлов.
4. Главная функция программы. Структура функции, ее заголовок.
5. Определение переменных в программе. Типы переменных.
6. Функции форматного ввода-вывода в стиле C.
7. Ввод-вывод данных потоком в стиле C++.
8. Операции, выражения. Оператор присваивания.

Варианты заданий

Вычислить выражение, использовать два варианта ввода исходных данных и вывода результатов: возможности библиотеки функций языка C и библиотеки классов языка C++:

$$1. Y = \arccos\left(\frac{A}{B} - B\right) - \frac{B}{2} \cdot \lg(A^2 + B^2) \text{ при } A = 5, B = 2,35.$$

2. $Y = \left(\frac{A+B}{C+D} \right)^2 + B^2$ при $A = 6,84; B = 3,22; C = 4; D = 2,5$.
3. $Y = \lg(\sqrt{B} + \operatorname{tg} A)$ при $A = 4; B = 13,6$.
4. $Y = \frac{\sin^3 c \cdot \cos^2 a}{5 \sin^d b}$ при $A = 9,5; B = 1,365; C = 6,6; D = 3$.
5. $Y = 2A \cdot \arcsin\left(\frac{3,14}{B}\right)$ при $A = 8; B = 5,6$.
6. $Y = \frac{2B \cdot \ln(A-B)}{D^2}$ при $A = 5,6; B = 2,8; D = 3$.
7. $Y = 2 \left(A^D + \frac{4C^2}{3} \right)$ при $A = 5,95; C = 3,6; D = -3$.
8. $Y = 0,5 \lg \frac{1 + \sin B}{1 - \sin A} \cdot (C - D)$ при $A = 3,14; B = -1,57; C = 10,5; D = 8$.
9. $Y = \frac{1}{A^2} \cdot \left(\frac{B}{10} \right)^3 \cdot (C + D)^2$ при $A = 2,6; B = 56,6; C = 35; D = -20,3$.
10. $Y = \left(\frac{A/B - 1}{C/D - 1} \right)^2$ при $A = -6; B = 1,64; C = 0,16; D = 0,8$.
11. $Y = \frac{A+B}{C + \frac{D}{A+C}}$ при $A = 25; B = 8,5; C = 0,56; D = 0,01$.
12. $Y = \sin(A+B+C+D)^2 - \sqrt{\operatorname{tg}(A-C)}$ при $A = 8,4; B = -6,4; C = 4; D = -7$.
13. $Y = \sqrt{(A+B+C)^2 - (A-B-C)^2}$ при $A = 25; B = 8; C = 12,5$.
14. $Y = \frac{A^2 + B^2 + C^2}{\ln(A \cdot B \cdot C)}$ при $A = 0,6; B = 0,5; C = 6$.
15. $Y = A \cdot \frac{D^3}{3} + B \cdot \frac{C^2}{2}$ при $A = 0,3; B = 2,8; C = -4,5; D = 1,35$.
16. $Y = 2 \sin(3\pi - 2\alpha) \cos^2(5\pi + 2\alpha)$ при $\alpha = 1,57$.
17. $Y = 2\sqrt{2} \cos \alpha \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} + 2\alpha\right)$ при $\alpha = 2,09$.
18. $Y = \frac{\sin 2\alpha + \sin 5\alpha - \sin 3\alpha}{\cos \alpha + 1 - 2 \sin^2 2\alpha}$ при $\alpha = 4,71$.
19. $Y = 1 - \frac{1}{4} \sin^2 2\alpha + \cos 2\alpha$ при $\alpha = 1,57$.
20. $Y = 4 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{5}{2} \alpha \cdot \cos 4\alpha$ при $\alpha = 2,09$.
21. $Y = \arccos\left(\frac{A}{B} - B\right) - \frac{B}{2} \cdot \lg(A^2 + B^2)$ при $A = 5; B = 2,35$.
22. $Y = \left(\frac{A+B}{C+D} \right)^2 + B^2$ при $A = 6,84; B = 3,22; C = 4; D = 2,5$.
23. $Y = \lg(\sqrt{B} + \operatorname{tg} A)$ при $A = 4; B = 13,6$.
24. $Y = \frac{\sin^3 c \cdot \cos^2 a}{5 \sin^d b}$ при $A = 9,5; B = 1,365; C = 6,6; D = 3$.
25. $Y = 2A \cdot \arcsin\left(\frac{3,14}{B}\right)$ при $A = 8; B = 5,6$.

Лабораторная работа № 2

Тема: "Программирование алгоритмов разветвленной структуры"

Цель работы – изучение условного оператора и приобретение навыков программирования разветвляющихся алгоритмов.

Краткие теоретические сведения.

Синтаксис записи условного оператора if else:

— сокращенная запись: если условие истинно, т.е. выполняется, то выполняется и тело оператора выбора, иначе выполняется оператор, стоящий следом за if, т.е. оператор n. Графически запись представлена на рисунке 4.

```
if (/*проверяемое условие*/)
{
    /*тело оператора выбора 1*/;
}
оператор n;
```

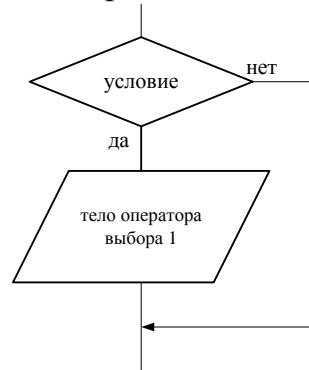


Рисунок 4

— полная запись: если проверяемое условие истинно, то выполняется тело оператора выбора 1, иначе, т. е. проверяемое условие ложно, выполняется тело оператора выбора 2. Графически запись представлена на рисунке 5.

```
if (/*проверяемое условие*/)
{
    /*тело оператора выбора 1*/;
} else
{
    /*тело оператора выбора 2*/;
}
```

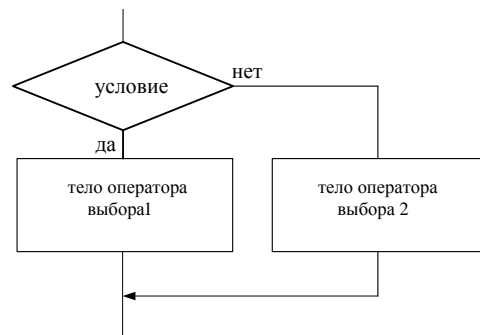


Рисунок 5

Пример выполнения задания.

Задание: по заданным координатам x и y определить, где находится точка (рисунок 6): внутри заштрихованной области; вне заштрихованной области; на границе этой области.

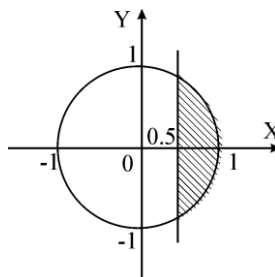


Рисунок 6 — Постановка задачи

Метод решения задачи:

1. Для решения задачи будем использовать уравнение окружности $x^2+y^2=R^2$. Так как $R=1$, то уравнение принимает вид $x^2+y^2=1$.
2. Определяем условие, при котором точка будет находиться внутри заштрихованной области: $(x>0.5)$ и $(x^2+y^2<1)$.
3. Определяем условие, при котором точка будет находиться вне заштрихованной области: $(x<0.5)$ или $(x^2+y^2>1)$.

Схема программы представлена на рисунке 7.

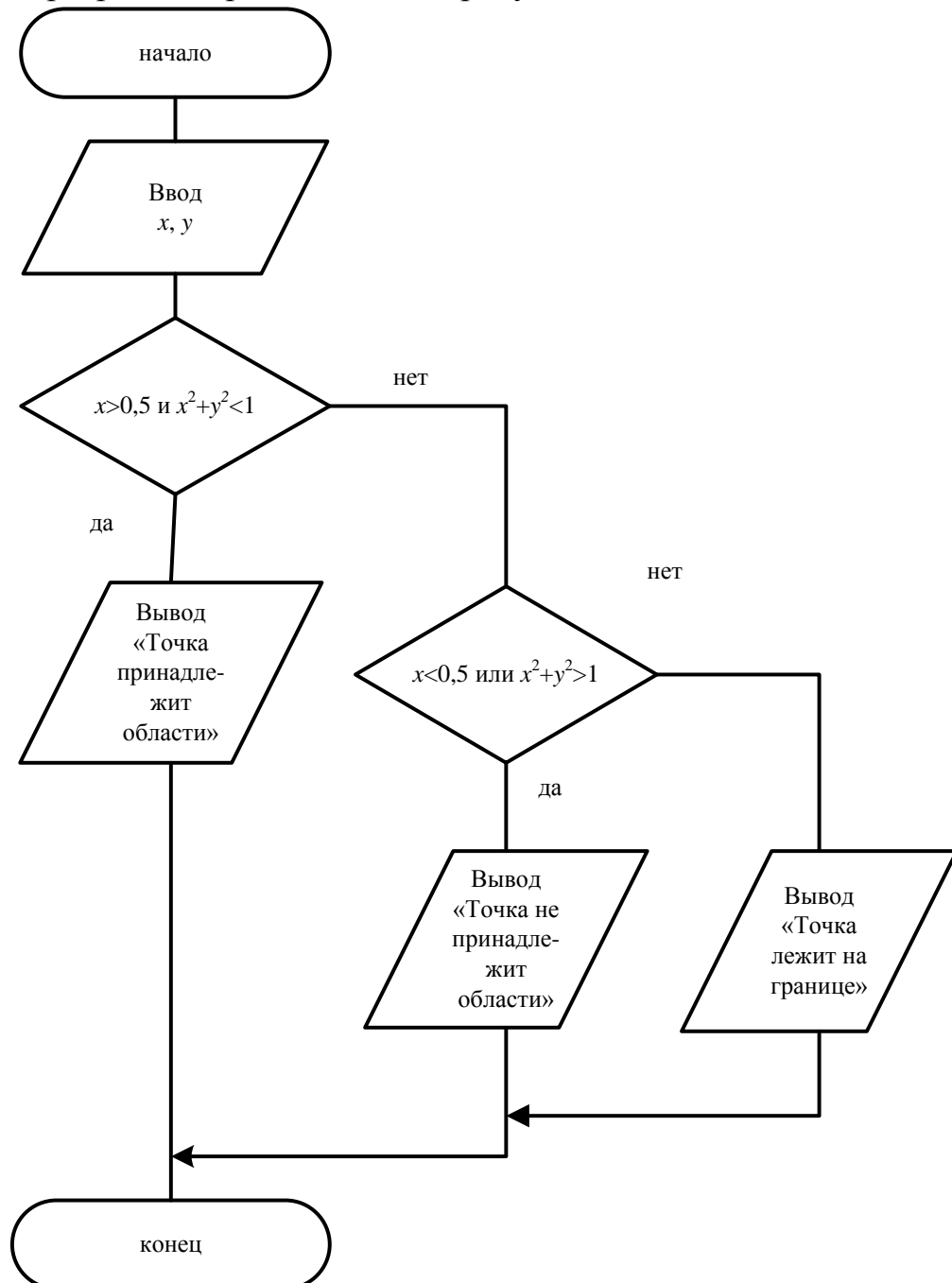


Рисунок 7

Текст программы:

```
#include <iostream>
void main ()
{
    double x,y;
    cout<<"Введите координаты точки: ";
    cin>>x>>y;
    if ((x>0.5)&&(x*x+y*y<1)) cout<<"Точка принадлежит области";
    else if ((x<0.5) | (x*x+y*y>1))
        cout<<"Точка не принадлежит области";
    else cout<<"Точка лежит на границе области";
}
```

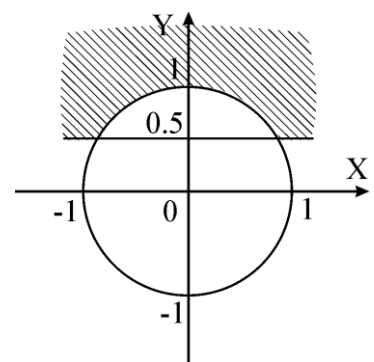
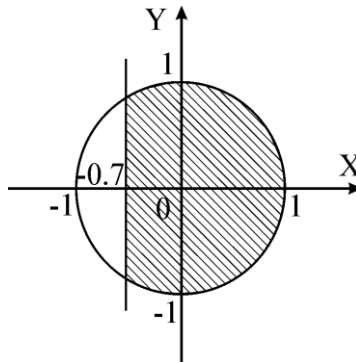
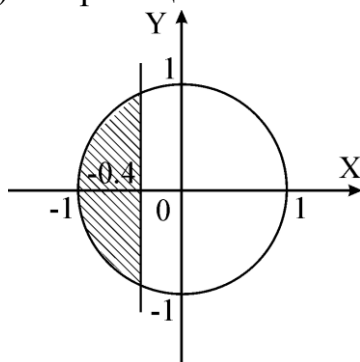
Контрольные вопросы

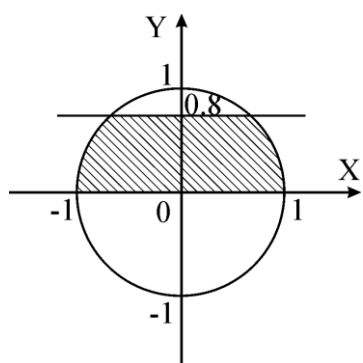
1. В каких случаях используются условные операторы? Как изображаются условные операторы на схеме программы?
2. Условный оператор в языке C++. Форма записи. Правила выполнения.
3. Истинность и ложность выражений. Значение NULL.
4. Операции конъюнкции, дизъюнкции, отрицания. Знаки операций, их назначение. Какие знаки используются в операциях сравнения?
5. Использование составного оператора в языке C++. Отличие блока от составного оператора.
6. Вложенные операторы if-else.

Варианты заданий

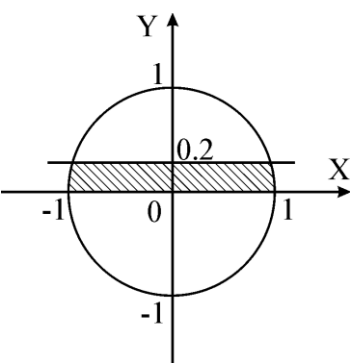
По заданным координатам точки определить, где находится точка:

- 1) внутри заштрихованной области;
- 2) вне заштрихованной области;
- 3) на границе этой области.

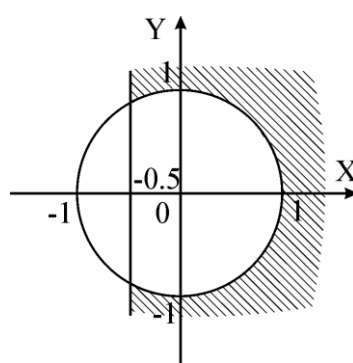




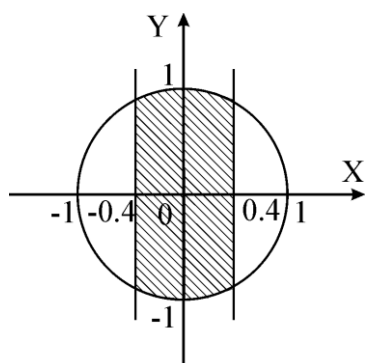
4.



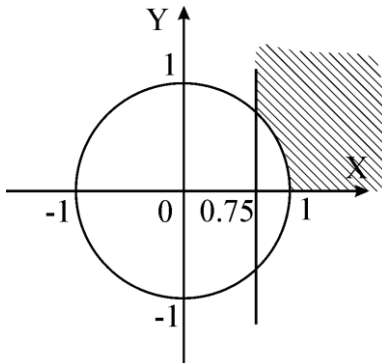
5.



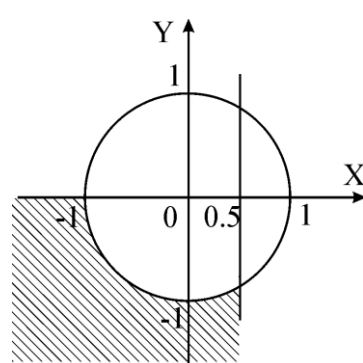
6.



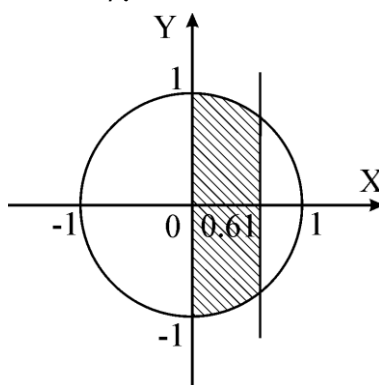
7.



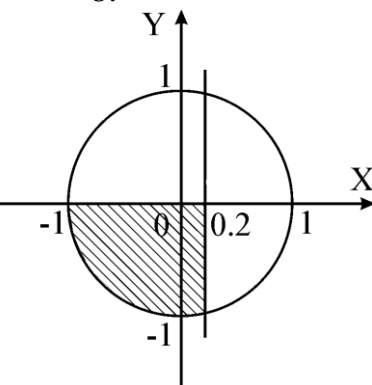
8.



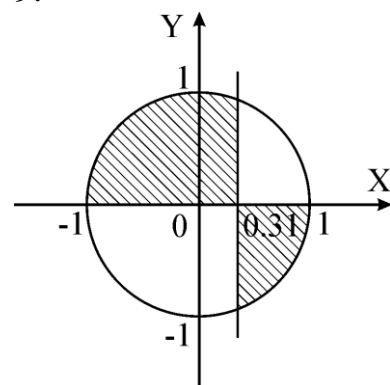
9.



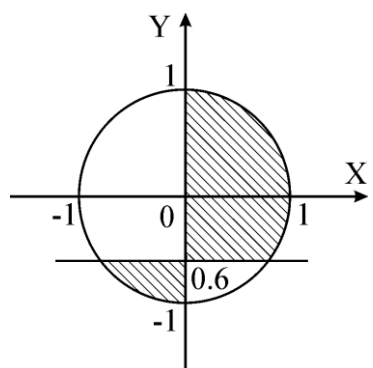
10.



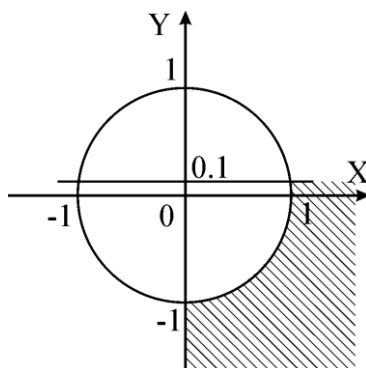
11.



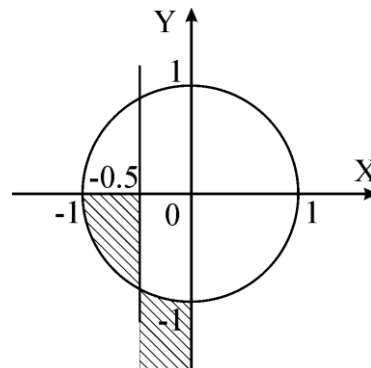
12.



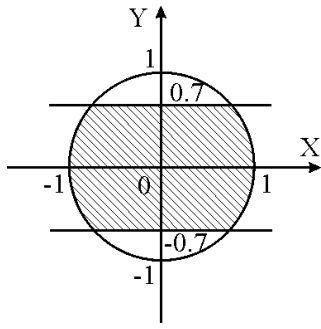
13.



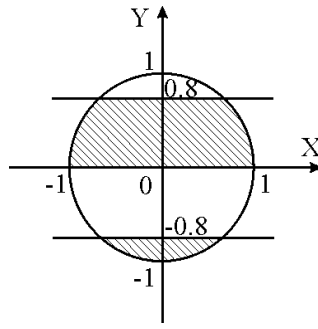
14.



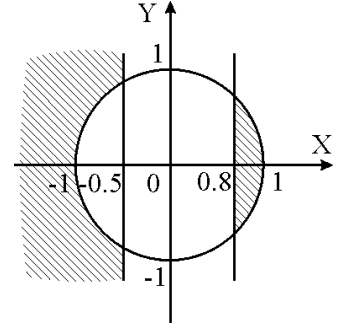
15.



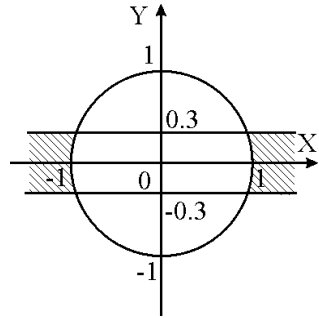
16.



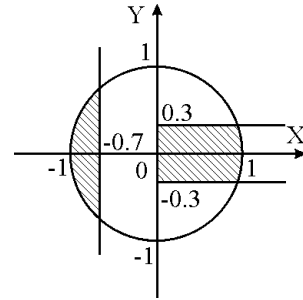
17.



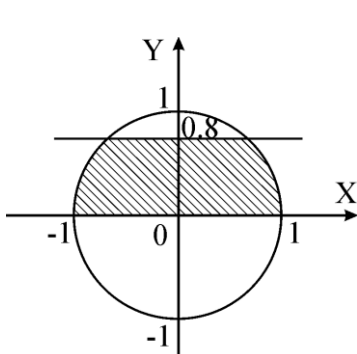
18.



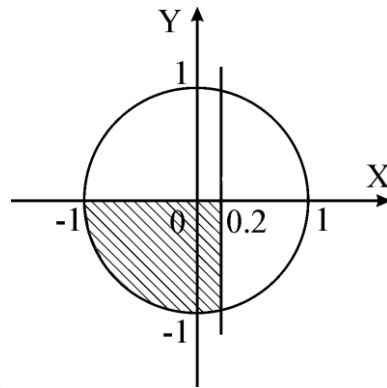
19.



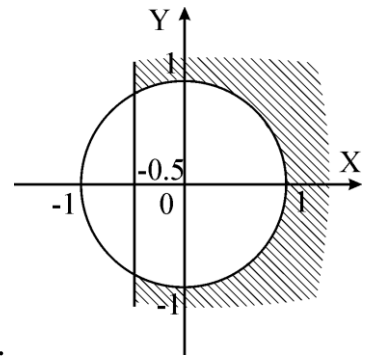
20.



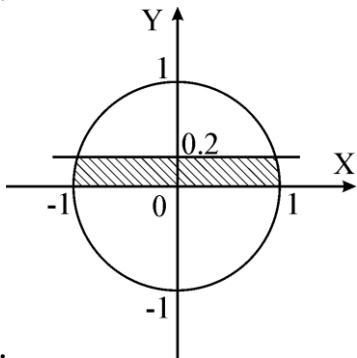
21.



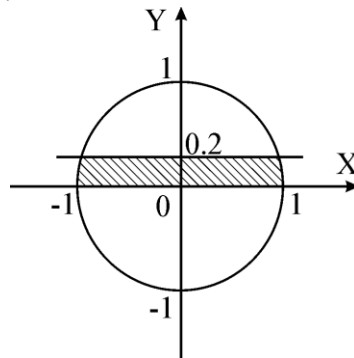
22.



23.



24.



25.

Лабораторная работа № 3

Тема: "Программирование циклов с неизвестным заранее числом повторений"

Цель работы: освоение средств языка C++ для описания итерационных циклов и закрепление навыков использования их при программировании.

Краткие теоретические сведения.

Иногда необходимо повторять одно и то же действие несколько раз подряд. Для этого используют циклы. Итерационные циклы — это циклы с заранее неизвестным числом шагов. Различают циклы с пред и пост условием. Графически цикл с предусловием представлен на рисунке 8.

Цикл с предусловием будет выполняться, пока условие, указанное в круглых скобках будет истинным. Синтаксис цикла с предусловием:

```
while (Условие)
{
    тело цикла;
}
```



Рисунок 8

Синтаксис цикла с постусловием:

```
// форма записи оператора цикла do
while:
do // начало цикла do while
{
/*блок операторов*/;
}
while (/*условие выполнения цикла*/); //
конец цикла do while
```



Рисунок 9

Цикл с постусловием do while отличается от цикла while тем, что в do while сначала выполняется тело цикла, а затем проверяется условие продолжения цикла. Из-за такой особенности do while называют циклом с постусловием. Таким образом, если условие do while заведомо ложное, то хотя бы один раз блок операторов в теле цикла do while выполнится. В итоге do while отличается от цикла while структурой. Если в while сначала выполняется проверка условия продолжения цикла, и если условие истинно, то только тогда выполняется тело цикла. Цикл do while работает с точностью до наоборот, сначала выполняется тело цикла, а потом проверяется условие, вот почему тело цикла do while, хотя бы раз, выполнится. Графическое изображение цикла представлено на рисунке 9.

Пример выполнения задания.

Задание: составить схему программы и программу на языке C++ с использованием оператора цикла с предусловием и оператора цикла с постусловием

для вычисления функции $\sin x$ с заданной точностью ε с использованием разложения в ряд:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots$$

Схема программы представлена на рисунке 10:

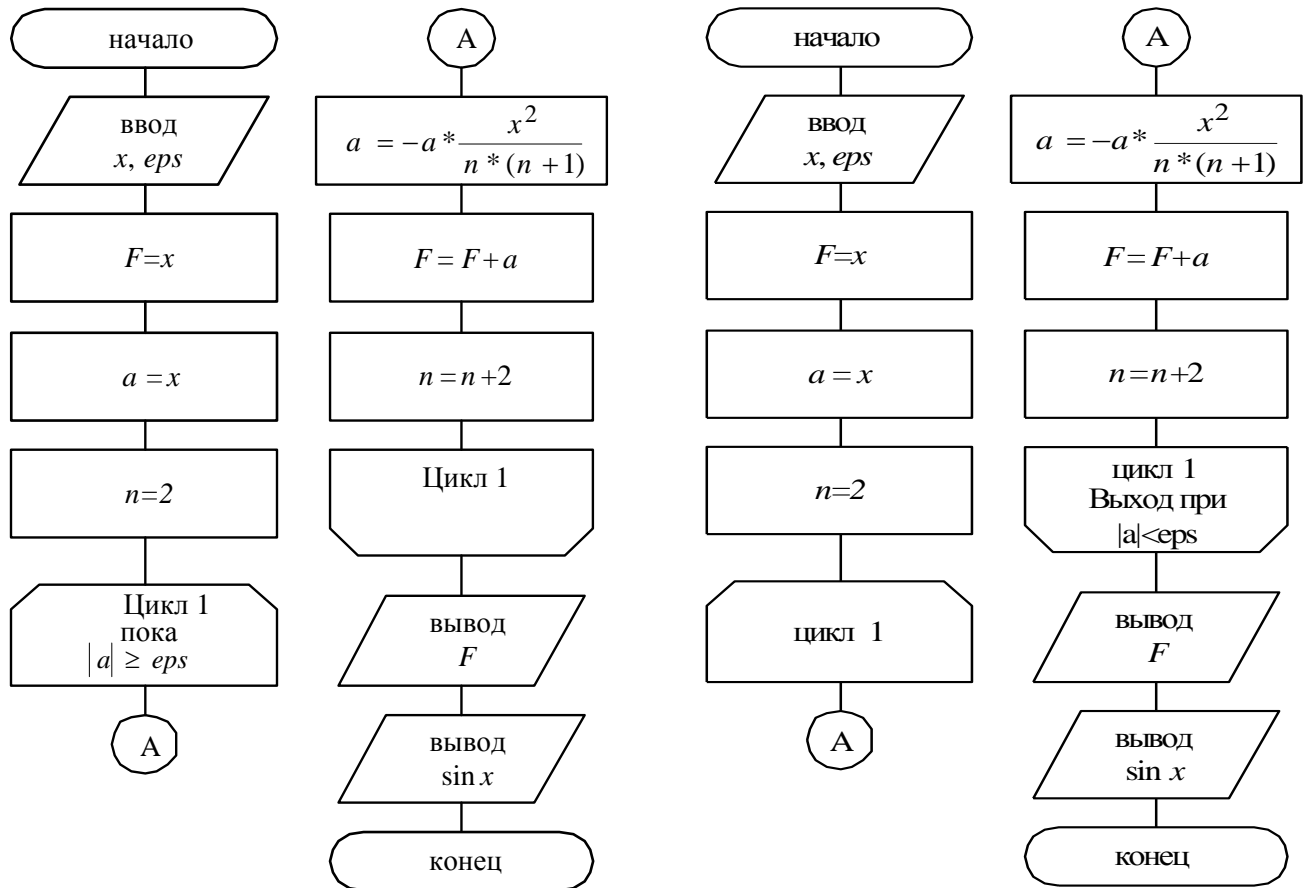


Рисунок 11

Рисунок 10

Текст программы с использованием оператора **цикла с предусловием**:

```

//Программа вычисления sin x
#include <iostream>
#include <math.h>
void main ()
{
    double x, eps;
    cout<<"Введите значения аргумента и точности\n";
    cin>>x>>eps;
    double F=x, a=x;
    int n=2;
    while (fabs(a)>=eps)
    {
        a*=-x*x/(n*(n+1));
        F+=a;
    }
}

```

```

        n+=2;
    }
    cout<<"Приближенное значение sin x="<<F<<endl;
    cout<<"Точное значение sin x="<<sin(x);
}

```

Схема программы с использованием цикла с постусловием представлена на рисунке 11.

Текст программы с использованием оператора **цикла с постусловием**:

```

//Программа вычисления sin x
# include <iostream.h>
# include <math.h>
void main ()
{
    double x, eps;
    cout<<"Введите значения аргумента и точности\n";
    cin>>x>>eps;
    double F=x, a=x;
    int n=2;
    do
    {
        a*=-x*x/(n*(n+1));
        F+=a;
        n+=2;
    }
    while (fabs(a)>=eps)
    cout<<"Приближенное значение sin x="<<F<<endl;
    cout<<"Точное значение sin x="<<sin(x);
}

```

Контрольные вопросы

1. Какие операторы языка C++ используются для организации итерационных циклов?
2. Синтаксис оператора цикла с предусловием.
3. Как выполняется оператор цикла с предусловием?
4. Синтаксис оператора цикла с постусловием.
5. Как выполняется оператор цикла с постусловием?
6. Чем отличаются операторы цикла с предусловием и с постусловием?
7. В каких случаях в операторе цикла используется составной оператор или блок?

Варианты задание

Варианты зданий представлены в таблице 6

Таблица 6.

№ вариант а	Функция	Разложение в ряд	Область сходимости
1	e^x	$1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$	$ x < \infty$
2	$\sin(x + a)$	$\sin(a) + x \cos a - \frac{x^2 \sin(a)}{2!} - \frac{x^3 \cos(a)}{3!} + \frac{x^4 \sin(a)}{4!} + \dots$	$ x < \infty$
3	$\cos x$	$1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots$	$ x < \infty$
4	$\operatorname{arctg} x$	$x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots$	$ x < 1$
5	$\ln(1 + x)$	$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots$	$ x < 1$
6	$\operatorname{sh} x$	$x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \dots$	$ x < \infty$
7	$\operatorname{ch} x$	$1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots$	$ x < \infty$
8	$\sqrt{a^2 + b}$	$a \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{b}{a^2} - \frac{1 \cdot 1}{2 \cdot 4} \cdot \left(\frac{b}{a^2} \right)^2 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \left(\frac{b}{a^2} \right)^3 + \dots \right]$	$-1 < \frac{b}{a^2} < 1$
9	$\sqrt[3]{a^3 + b}$	$a \left[1 + \frac{1}{3} \cdot \frac{b}{a^3} - \frac{2}{3 \cdot 6} \cdot \left(\frac{b}{a^3} \right)^2 + \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 6 \cdot 9} \cdot \left(\frac{b}{a^3} \right)^3 + \dots \right]$	$-1 < \frac{b}{a^3} < 1$
10	$\lg(a + b)$	$\lg a + 2M \left[\frac{b}{2a + b} + \frac{1}{3} \left(\frac{b}{2a + b} \right)^3 + \frac{1}{5} \left(\frac{b}{2a + b} \right)^5 + \dots \right]$ $M = 0,434294482 \dots$	$a > 0,$ $b > 0$
11	$\ln x$	$2 \left(\frac{x-1}{x+1} \right) + \frac{(x-1)^3}{3(x+1)^3} + \frac{(x-1)^5}{3(x+1)^5} + \dots$	$x > 0$
12	$\ln x$	$(x-1) - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} - \frac{(x-1)^4}{4} + \dots$	$0 < x \leq 2$
13	$\arcsin x$	$x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} + \dots$	$ x < 1$

14	$\arccos x$	$\frac{\pi}{2} - \left(x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \dots \right)$	$ x < 1$
15	$\operatorname{arctg} x$	$\pm \frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} - \dots$	$ x > 1$
16	$\operatorname{arsh} x$	$x - \frac{1}{2 \cdot 3} x^3 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 5} x^5 - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} x^7 + \dots$	$ x < 1$
17	$\operatorname{arth} x$	$x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots$	$ x < 1$
18	$\operatorname{arch} x$	$\frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \frac{1}{7x^7} + \dots$	$ x > 1$
19	$\ln x$	$\frac{x-1}{x} + \frac{(x-1)^2}{2x^2} + \frac{(x-1)^3}{3x^3} + \dots$	$x > \frac{1}{2}$
20	$\operatorname{arctg} x$	$\frac{\pi}{2} - \left(x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots \right)$	$ x < 1$
21	$-\ln(1-x)$	$x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} + \dots$	$-1 > x > 1$
22	$\frac{1}{(1-x)^2}$	$1 + 2 \cdot x + 3 \cdot x^2 + 4 \cdot x^3 \dots$	$ x < 1$
23	$\frac{1}{(1-x)}$	$1 + x + x^2 + x^3 \dots$	$-1 > x > 1$
24	$\frac{1}{(1+x)}$	$1 - x + x^2 - x^3 \dots$	$-1 > x > 1$
25	$\ln\left(\frac{1+x}{1-x}\right)$	$2 \cdot \left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots \right)$	$0 < x < 1$

Лабораторная работа № 4

Тема: "Программирование циклов с параметром.

Одномерные массивы"

Цель работы: освоение средств языка C++ для описания циклов с параметром и закрепление навыков использования их при программировании, изучение способов описания, ввода-вывода и обработки одномерных массивов.

Краткие теоретические сведения.

Цикл с параметром используется в том случае если известно число шагов обработки, т.е. если известно число итераций. Итерацией цикла называется один проход цикла.

Синтаксис оператора цикла имеет вид:

```
for (действие до начала цикла;  
    условие продолжения цикла;  
    действия в конце каждой итерации цикла) {  
    инструкция цикла;  
    инструкция цикла 2;  
    инструкция цикла N;  
}
```

Существует частный случай этой записи:

```
for (счетчик = значение; счетчик < значение; шаг цикла)  
{  
    тело цикла;  
}
```

Описание синтаксиса:

- 1) сначала присваивается первоначальное значение счетчику;
- 2) затем задается конечное значение счетчика цикла. Счетчик цикла — это переменная, в которой хранится количество проходов данного цикла. После того, как значение счетчика достигнет указанного предела, цикл завершится;
- 3) задаем шаг цикла. Шаг цикла — это значение, на которое будет увеличиваться или уменьшаться счетчик цикла при каждом проходе.

Одномерный массив — массив, с одним параметром, характеризующим количество элементов одномерного массива. Фактически одномерный массив — это массив, у которого может быть только одна строка, и n-е количество столбцов. Столбцы в одномерном массиве — это элементы массива. На рисунке 12 показана структура целочисленного одномерного массива *a*. Размер этого массива — 16 ячеек.

5	-12	-12	9	10	0	-9	-12	-1	23	65	64	11	43	39	-15
a[0]	a[1]	a[2]	a[3]	a[4]	a[5]	a[6]	a[7]	a[8]	a[9]	a[10]	a[11]	a[12]	a[13]	a[14]	a[15]

Рисунок 12 — Одномерный массив

Максимальный индекс одномерного массива a равен 15, но размер массива 16 ячеек, потому что нумерация ячеек массива всегда начинается с 0. Индекс ячейки – это целое неотрицательное число, по которому можно обращаться к каждой ячейке массива и выполнять какие-либо действия над ней (ячейкой). Синтаксис объявления одномерного массива в C++:

```
тип данных имя одномерного массива [размерность одномерного массива];  
//пример объявления одномерного массива, изображенного на рисунке 12:  
int a[16];
```

где, `int` — целочисленный тип данных; `a` — имя одномерного массива; 16 — размер одномерного массива, 16 ячеек.

Всегда сразу после имени массива идут квадратные скобочки, в которых задаётся размер одномерного массива, этим массив и отличается от всех остальных переменных.

Рассмотрим на примерах способы ввода-вывода одномерного массива:

1) размер массива можно не указывать только при его инициализации, при обычном объявлении массива обязательно нужно указывать размер массива

```
#include "stdafx.h"  
#include <iostream>  
using namespace std;  
  
int main(int argc, char* argv[])  
{  
    cout << "obrabotka massiva" << endl;  
    // объявление и инициализация одномерного массива  
    int array1[16] = { 5, -12, -12, 9, 10, 0, -9, -12, -1, 23, 65, 64, 11, 43, 39, -15 };  
    cout << "indeks" << "\t\t" << "element massiva" << endl; // печать заголовков  
    for (int counter = 0; counter < 16; counter++) //начало цикла  
    {  
        //вывод на экран индекса ячейки массива, а затем содержимого этой ячейки  
        cout << "array1[" << counter << "]" << "\t\t" << array1[counter] << endl;  
    }  
    system("pause");  
    return 0;  
}
```

Результат работы представлен на рисунке 13.

```
obrabotka massiva
indeks      element massiva
array1[0]   5
array1[1]   -12
array1[2]   -12
array1[3]    9
array1[4]   10
array1[5]    0
array1[6]   -9
array1[7]   -12
array1[8]   -1
array1[9]   23
array1[10]  65
array1[11]  64
array1[12]  11
array1[13]  43
array1[14]  39
array1[15] -15
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Рисунок 13

2) программа должна последовательно считывать десять введенных чисел с клавиатуры. Все введенные числа просуммировать, результат вывести на экран.

```
#include "stdafx.h"
#include <iostream>
using namespace std;

int main(int argc, char* argv[])
{
    int array1[10]; // объявляем целочисленный массив
    cout << "Enter elementi massiva: " << endl;
    int sum = 0;
    for ( int counter = 0; counter < 10; counter++ ) // цикл для считывания чисел
        cin >> array1[counter]; // считываем вводимые с клавиатуры числа
    cout << "array1 = {";
    for ( int counter = 0; counter < 10; counter++ ) // цикл для вывода элементов массива
        cout << array1[counter] << " "; // выводим элементы массива на стандартное
    устройство вывода
    for ( int counter = 0; counter < 10; counter++ ) // цикл для суммирования чисел
        массива
        sum += array1[counter]; // суммируем элементы массива
    cout << "}\nsum = " << sum << endl;
    system("pause");
    return 0;
}
```

Результат представлен на рисунке 14.

```

Enter elementi massiva:
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
array1 = {0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 }
sum = 45
Для продолжения нажмите любую клавишу

```

Рисунок 14.

Пример выполнения задания.

Задание: произвести следующую обработку 15 целых чисел: подсчитать сумму чисел, входящих в диапазон $[-5..5]$ и количество нечетных чисел.

Схема программы к данному заданию с использованием одного цикла представлена на рисунке 15.

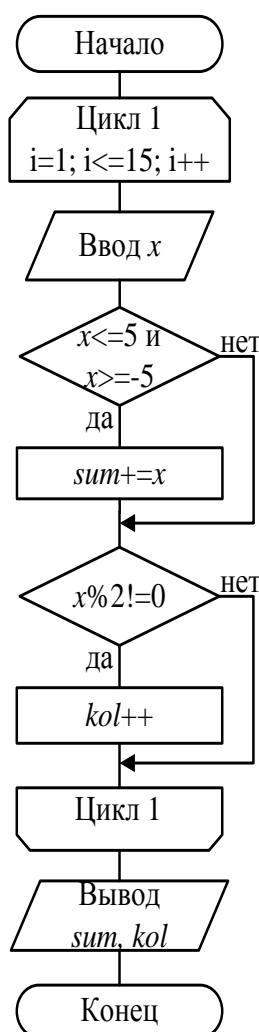


Рисунок 15

Текст программы без использования массива:

```

#include <iostream>

void main()
{
    int x,sum=0,i,kol=0;
    printf("Enter numbers\n");
    for (i=1;i<=15;i++)
    {
        scanf("%d",&x);
        if ((x>=-5)&&(x<=5)) sum+=x;
        if (x%2!=0) kol++;
    }
    printf("Summa v diapazone [-5,5]=%d\n", sum);
    printf("Kolichestvo nechetnih=%d", kol);
}

```

Схема программы с циклами для ввода и обработки массива (рисунок 16).

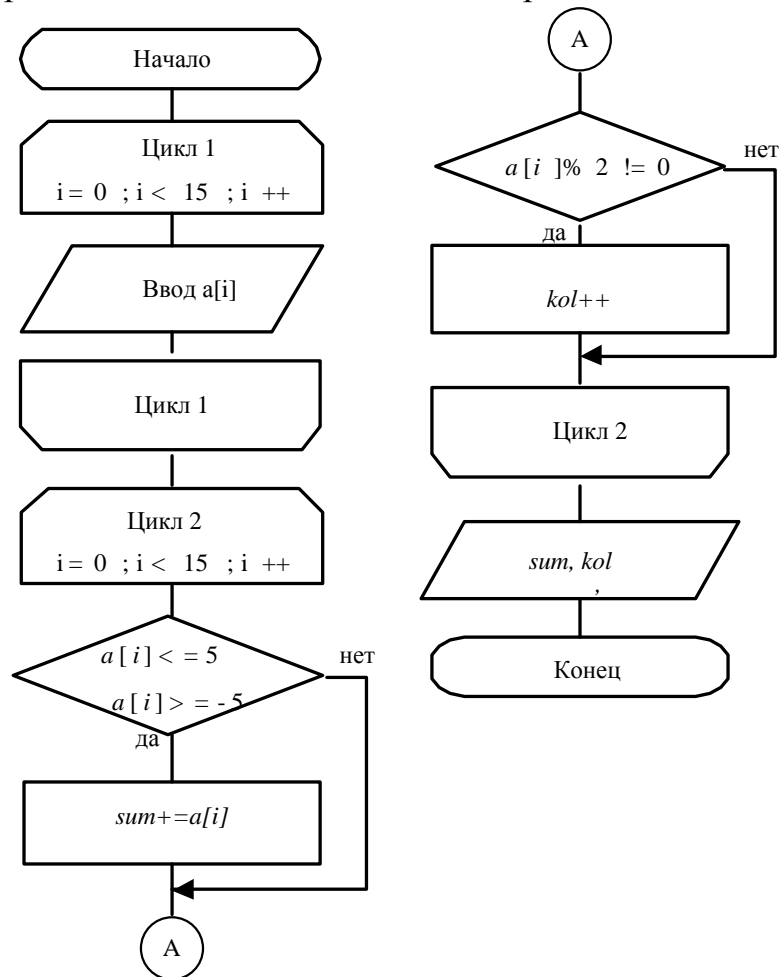


Рисунок 16

Пример программы с использованием одномерного массива

```

#include<iostream>
void main()
{
    int a[15],sum=0,i,kol=0;
    printf("Enter numbers\n");

```

```

for (i=0;i<15;i++)
scanf("%d",&a[i]);
for (i=0;i<15;i++)
{
if ((a[i]>=-5)&&(a[i]<=5)) sum+=a[i];
if (a[i]%2!=0) kol++;
}
printf("Summa v diapazone [-5,5]=%d\n", sum);
printf("Kolichestvo nechetnih=%d", kol);
}

```

Контрольные вопросы

1. Массивы в языке C++: понятие массива в языке C++, описание массива в программе, представление элементов массива в памяти, обращение к элементам массива.
2. Оператор цикла for в языке C++. Форма записи. Правила выполнения.

Варианты заданий

1. Произвести следующую обработку 15 целых чисел: найти количество отрицательных чисел, количество нулевых и подсчитать сумму положительных чисел.
2. Произвести следующую обработку 15 целых чисел: найти количество четных чисел, а нечетные числа, входящие в диапазон [1..11] возвести в квадрат.
3. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: найти количество отрицательных чисел, а числа, входящие в диапазон [0..10] возвести в квадрат.
4. Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: найти количество чисел, больших или равных 1,5, и подсчитать сумму отрицательных чисел.
5. Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: найти количество чисел, равных нулю, и найти сумму чисел, входящих в диапазон [-15..15].
6. Произвести следующую обработку 15 целых чисел: найти количество отрицательных чисел и подсчитать разность положительных чисел.
7. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: найти среднее арифметическое положительных чисел и подсчитать количество чисел, входящих в диапазон [-15..5].
8. Произвести следующую обработку 10 целых чисел: найти количество отрицательных чисел и подсчитать сумму положительных чисел, делящихся без остатка на 3.
9. Произвести следующую обработку 10 целых чисел: найти количество отрицательных чисел, а числа, входящие в диапазон [0..10], умножить на 10.
10. Произвести следующую обработку 10 целых чисел: найти количество отрицательных чисел, а числа, входящие в диапазон [0..10], умножить на 3.

11. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: найти среднее арифметическое отрицательных чисел и подсчитать количество чисел, входящих в диапазон $[0..5]$.

12. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: найти среднее арифметическое нечетных чисел и подсчитать сумму чисел, входящих в диапазон $[-15..5]$.

13. Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: найти количество чисел, равных нулю, и найти синус чисел, входящих в диапазон $[-15..15]$.

14. Произвести следующую обработку 10 целых чисел: подсчитать сумму положительных чисел и определить номера отрицательных чисел.

15. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: найти количество отрицательных чисел и номера нулевых чисел.

16. Произвести следующую обработку 12 целых чисел: подсчитать количество чисел, делящихся без остатка на 5, и сумму чисел, входящих в диапазон $[-5..5]$.

17. Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: подсчитать количество чисел, отличающихся от числа 3 не более чем на 0.5, и сумму отрицательных чисел.

18. Произвести следующую обработку 15 целых чисел: подсчитать количество нулевых чисел и вычислить квадраты чисел, входящих в диапазон $[-5..5]$.

19. Произвести следующую обработку 12 целых чисел: подсчитать количество нечетных чисел и сумму отрицательных чисел.

20. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: подсчитать количество чисел, отличающихся от заданного не более чем на 0.5, и сумму положительных чисел.

21. . Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: найти количество отрицательных чисел, находящихся в диапазоне от -5 до 5 и подсчитать сумму положительных чисел.

22. Произвести следующую обработку 15 целых чисел: найти количество чисел, входящих в диапазон $[1..11]$ и каждое число возвести в квадрат.

23. Произвести следующую обработку 15 вещественных чисел: найти количество чисел, равных 0, а числа, входящие в диапазон $[-1..1]$ возвести в куб.

24. Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: найти количество чисел, больших или равных 1.5, и подсчитать сумму отрицательных чисел, входящих в диапазон $[-1..0]$.

25. Произвести следующую обработку 10 вещественных чисел: найти количество чисел, меньших 15, и найти произведение чисел, входящих в диапазон $[10..15]$.

Лабораторная работа № 5

Тема: "Обработка двумерных массивов. Указатели"

Цель работы: изучение способов описания, ввода-вывода и обработки двумерных массивов, использование указателей при работе с массивами.

Краткие теоретические сведения.

Двумерный массив — это обычная таблица, со строками и столбцами. Фактически двумерный массив — это одномерный массив одномерных массивов. Структура двумерного массива, с именем *a*, размером *m* на *n* показана ниже (см. рисунок 17).

a[0][0]	a[0][1]	a[0][2]	a[0][3]	...	a[0][n]
a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]	a[1][3]	...	a[1][n]
a[2][0]	a[2][1]	a[2][2]	a[2][3]	...	a[2][n]
...
a[m][0]	a[m][1]	a[m][2]	a[m][3]	...	a[m][n]

Рисунок 17 — Двумерный массивы в C++

где, *m* — количество строк двумерного массива; *n* — количество столбцов двумерного массива;

m x *n* — количество элементов массива.

Наиболее распространенный синтаксис объявления двумерного массива:

`/*тип данных*/ /*имя массива*/[/*количество строк*/][/*количество столбцов*/];`

Примеры инициализации двумерного массива:

— способ 1:

`int arr[5][3];`

— способ 2:

`int arr[5][3] = { {4, 7, 8}, {9, 66, -1}, {5, -5, 0}, {3, -3, 30}, {1, 1, 1} };`

В последнем случае представление массива и обращение к элементу массива имеет вид, показанный на рисунке 18,19.

4 a[0][0]	7 [0][1]	8 [0][2]
9 a[1][0]	66 [1][1]	-1 [1][2]
5 a[2][0]	-5 [2][1]	0 [2][2]
3 a[3][0]	-3 [3][1]	30 [3][2]
1 a[4][0]	1 [4][1]	1 [4][2]

Рисунок 18 — Двумерный массив в C++



Рисунок 19 — Обращение в элементу массива

Ввод массива с клавиатуры и его вывод на экран выполняется следующим образом:

```
int m,n,i,j;
cout <<"Введите размеры матрицы:"<<endl;
cin>>m;
cin>>n;
int elem;
int ar [m][n];
for (i=0; i<m; i++)
{ for (j=0; j<n; j++){
    cout<<"Введите элемент:"<<endl;
    cin>>elem;
    ar [i][j]=elem;
  }
}
for (i=0; i<m; i++)
{ for (j=0; j<n; j++){
    cout<<ar[i][j]<<endl;
  }
}
system("pause");
return 0;
}
```

При работе с массивами можно использовать указатели. Указатель – переменная, значением которой является адрес ячейки памяти. То есть указатель ссылается на блок данных из области памяти, причём на самое его начало. Указатель может ссылаться на переменную или функцию. Для этого нужно знать адрес переменной или функции. Так вот, чтобы узнать адрес конкретной переменной в C++ существует унарная операция взятия адреса &. Такая операция извлекает адрес объявленных переменных, для того, чтобы его присвоить указателю.

Указатели используются для передачи по ссылке данных, что намного ускоряет процесс обработки этих данных (в том случае, если объём данных большой), так как их не надо копировать, как при передаче по значению, то есть, используя имя переменной. В основном указатели используются для организации динамического распределения памяти, например при объявлении массива, не надо будет его ограничивать в размере. Ведь программист заранее не может знать, какого размера нужен массив тому или иному пользователю, в таком случае используется динамическое выделение памяти под массив. Любой указатель необходимо объявить перед использованием, как и любую переменную:

```
/*тип данных*/ * /*имя указателя*/;
```

Работу с указателями можно представить следующим образом:

```
#include "stdafx.h"
```

```
#include <iostream>
```

```

using namespace std;

int main(int argc, char* argv[])
{
    int var = 123; // инициализация переменной var числом 123

    int *ptrvar = &var; // указатель на переменную var (присвоили адрес переменной указателю)

    cout << "&var  = " << &var << endl; // адрес переменной var содержащийся в памяти,
    извлечённый операцией взятия адреса

    cout << "ptrvar = " << ptrvar << endl; // адрес переменной var, является значением указателя ptrvar

    cout << "var    = " << var << endl; // значение в переменной var

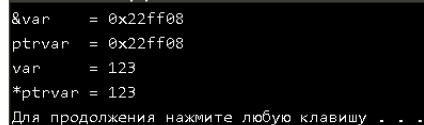
    cout << "*ptrvar = " << *ptrvar << endl; // вывод значения содержащегося в переменной var через
    указатель, операцией разыменования указателя

    system("pause");

    return 0;
}

```

Результат работы представлен ниже на рисунке 20.



```

&var    = 0x22ff08
ptrvar   = 0x22ff08
var      = 123
*ptrvar  = 123
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .

```

Пример выполнения задания.

Задание. Найти максимальную сумму элементов строк матрицы 3×5. Написать программы без использования указателей и с использованием указателей.

Схема программы без использования указателей представлена на рисунке 20:

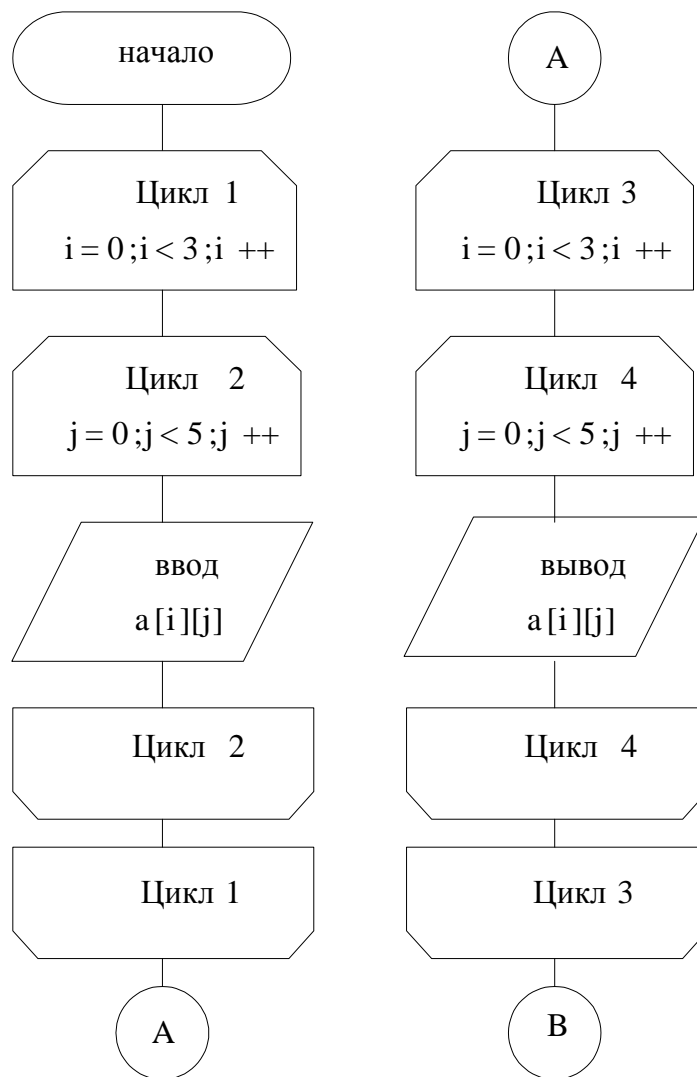
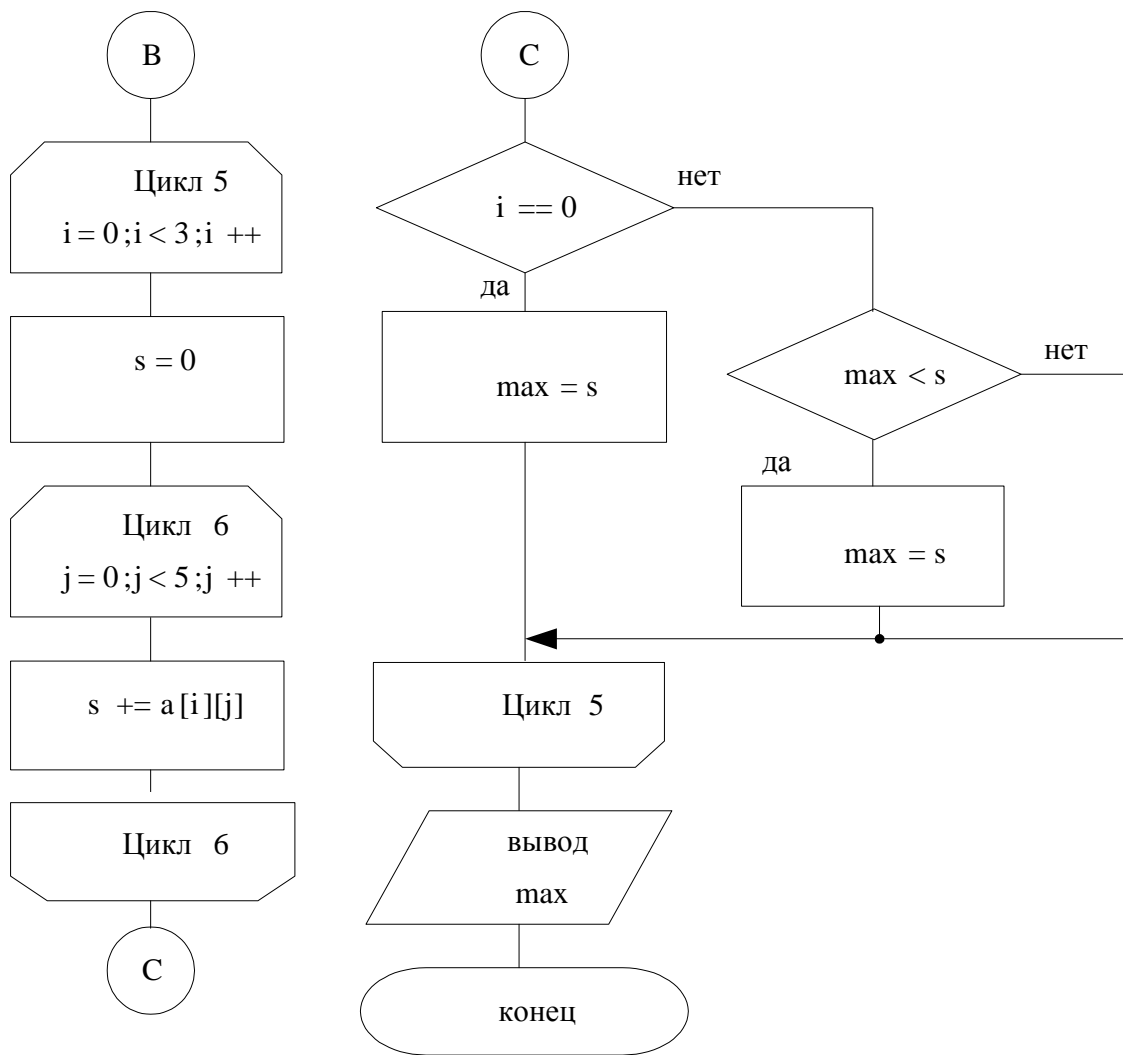


Рисунок 20



Продолжение рисунка 20

Текст программы:

```

#include <stdio.h>
void main()
{
    int a[3][5], i, j, s, max;
    printf ("Введите 3 строки по 5 чисел");
    for (i=0; i<3; i++)
        for (j=0; j<5; j++)
            scanf ("%d", &a[i][j]);
    printf ("Матрица a :\n");
    for (i=0; i<3; i++)
        { for (j=0; j<5; j++)
            printf ("%5d", a[i][j]);
          printf ("\n");
        }
    for (i=0; i<3; i++)
        { s=0;
          for (j=0; j<5; j++)
              s+=a[i][j];
          if (i==0) max=s;
          else if (max<s) max=s;
        }
}
  
```

```

    }
    printf("Максимальная сумма строки = %d",max);
}

```

Схема программы с использованием указателей представлена на рисунке 21:

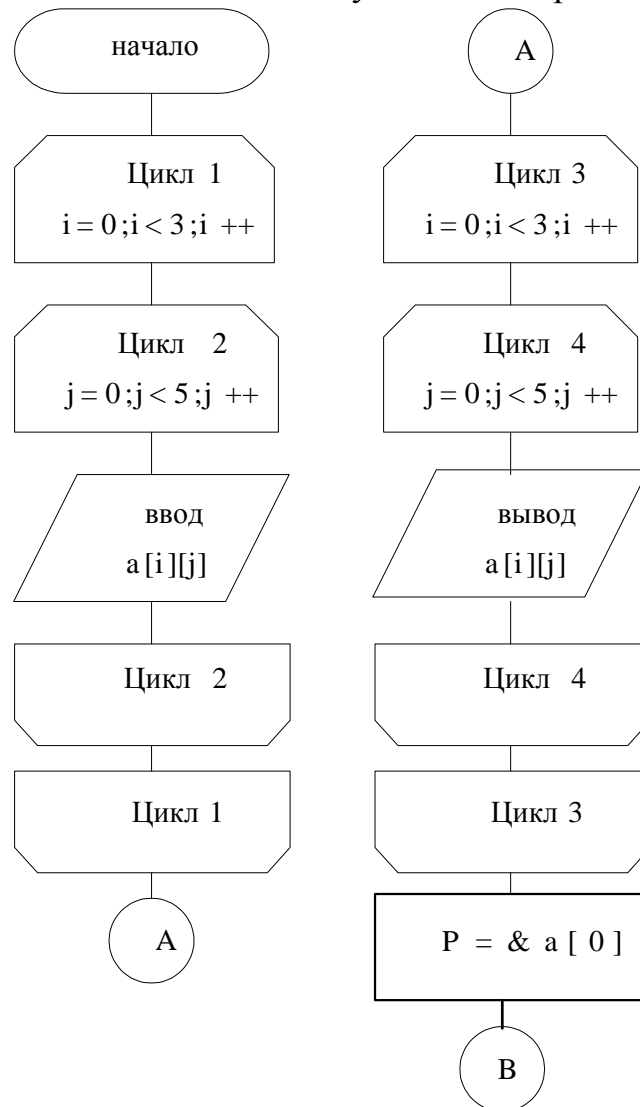
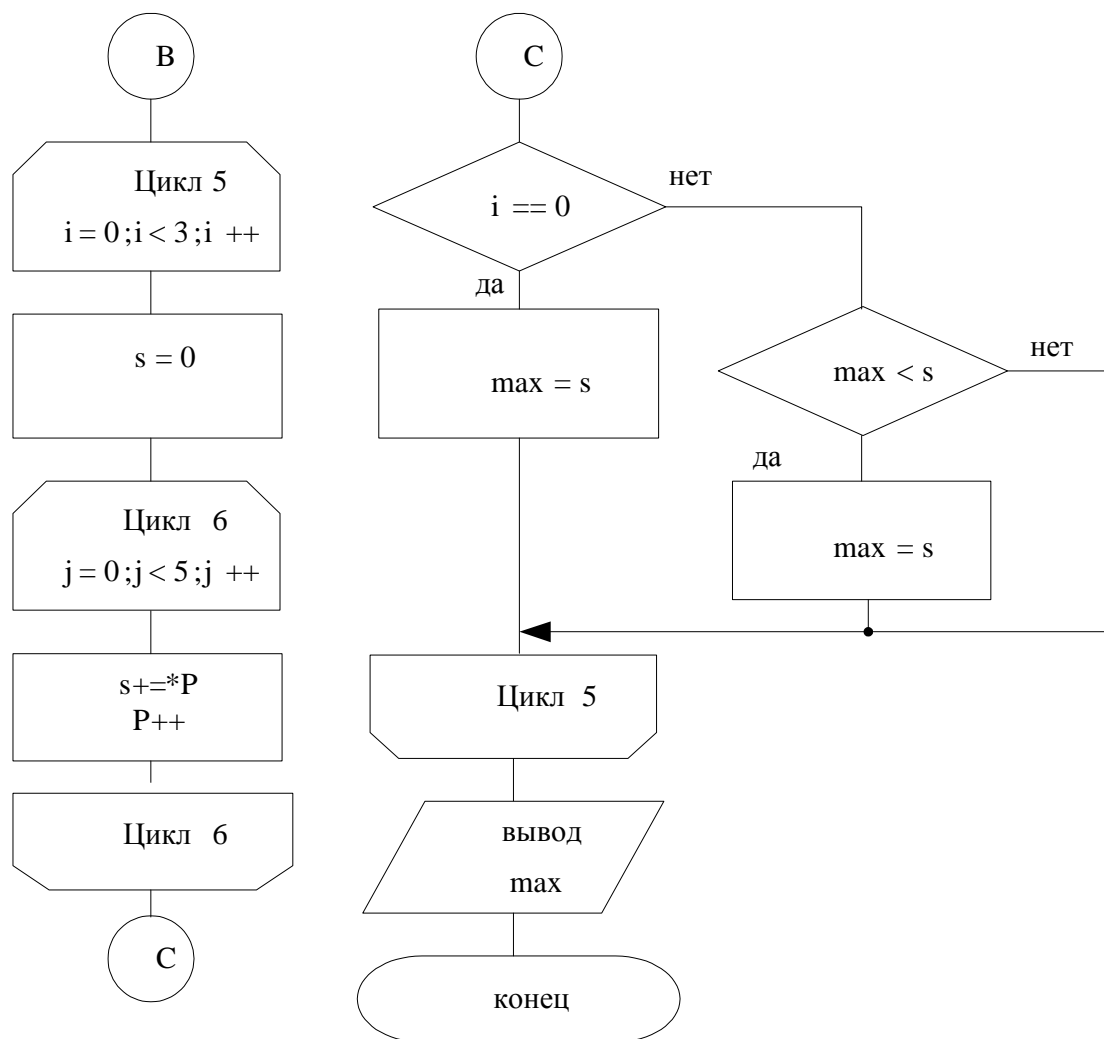


Рисунок 21



Продолжение рисунка 21.

Пример программы с использованием указателей:

```
#include <stdio.h>
void main()
{
    int a[3][5], *P, i, j, s, max;
    printf ("Введите 3 строки по 5 чисел");
    for (i=0;i<3;i++)
        for (j=0;j<5;j++)
            scanf ("%d",&a[i][j]);
    printf ("Матрица a :\n");
    for (i=0; i<3; i++)
    {
        for (j=0; j<5; j++)
            printf ("%5d", a[i][j]);
        printf ("\n");
    }
    P=&a[0][0];
    for(i=0;i<3;i++)
    {
        s=0;
        for (j=0;j<5;j++)
        {
            s+=*P;
            P++;
        }
    }
}
```

```

        if (i==0) max=s;
        else if (max<s) max=s;
    }
    printf("Максимальная сумма строки = %d",max);
}

```

Контрольные вопросы

1. Правила организации вложенных циклов.
2. Особенности организации двумерных массивов: понятие массива в языке C++, описание массива в программе, представление элементов массива в памяти, обращение к элементам массива.
3. Указатели в языке C++: понятие указателя, описание указателя в программе.
4. Операции над указателями.
5. Связь массивов и указателей.

Варианты заданий

1. Вычислить сумму положительных элементов каждого столбца матрицы $A(m \times n)$.
2. Из матрицы $X (m \times n)$ построить матрицу Y , поменяв местами строки и столбцы.
3. Найти наименьший элемент матрицы $X (m \times n)$ и записать нули в ту строку и столбец, где он находится.
4. Переписать первые элементы каждой строки матрицы $A (m \times n)$, большие C , в массив B . Если в строке нет элемента, большего C , то записать ноль в массив B .
5. Дана действительная матрица размера $m \times n$. Найти сумму наибольших значений элементов ее строк.
6. В данной действительной матрице размера $m \times n$ поменять местами строку, содержащую элемент с наибольшим значением, со строкой, содержащей элемент с наименьшим значением. Предполагается, что такой элемент единственный.
7. В данной действительной квадратной матрице порядка n найти сумму элементов строки, в которой расположен элемент с наименьшим значением. Предполагается, что такой элемент единственный.
8. Дана действительная матрица размера $m \times n$, все элементы которой различны. В каждой строке выбирается элемент с наименьшим значением, затем среди этих чисел выбирается наибольшее. Указать индексы элемента с найденным значением.
9. Дана целочисленная матрица размера $m \times n$. Найти матрицу, получающуюся перестановкой столбцов (первого с последним, второго с предпоследним и т.д.).
10. Дана целочисленная матрица размера $m \times n$. Найти матрицу, получающуюся перестановкой строк (первой с последней и т.д.).
11. Дана действительная матрица $[a_{ij}]$, где $i, j = 1..n$. Получить действительную матрицу $[b_{ij}]$, где $i, j = 1..n$, элемент b_{ij} которой равен сумме элементов данной

матрицы, расположенных в области, определяемой индексами i, j (область заштрихована на рисунке 22):



Рисунок 22

12. Дана действительная квадратная матрица порядка n . Преобразовать матрицу по правилу: строку с номером n сделать столбцом с номером n , а столбец с номером n сделать строкой с номером n .

13. Просуммировать элементы матрицы X (4,5), сумма индексов которых равна заданной константе K .

14. Дана матрица M (4×5). Вычислить вектор D , компоненты которого равны сумме элементов строк матрицы.

15. Дана матрица M (6×6). Вычислить сумму элементов главной диагонали.

16. Дана матрица N (6×5). Найти столбец с минимальной суммой элементов.

17. Дана матрица M (4×5) и константа C . Вычислить матрицу D , равную произведению элементов матрицы M на константу.

18. Дана матрица M (4×6). Вычислить вектор D , компоненты которого равны сумме элементов столбцов матрицы.

19. Дана действительная квадратная матрица порядка n , все элементы которой различны. Найти наибольший элемент, среди стоящих на главной и побочной диагоналях и поменять его местами с элементом, стоящим на пересечении этих диагоналей.

20. Дана действительная квадратная матрица порядка n . Найти наибольшее из значений элементов, расположенных в заштрихованной части матрицы (рисунок 23):

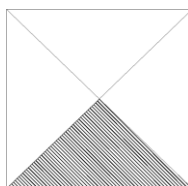


Рисунок 23

21. Дана матрица M (2×5), определить максимальный и минимальный элементы. Поменять местами максимальный и минимальный элементы.

22. В матрице $A(n \times n)$ вычислить сумму элементов матрицы $(n-2 \times n-2)$ и определить максимальный элемент в ней.

23. Дана матрица M (6×6). Вычислить произведение элементов главной диагонали с константой C .

24. Дана матрица N (6×5). Найти строку с минимальной суммой элементов, а элемент с номером n_{ij} возвести в квадрат.

25. Дана матрица вещественных чисел A ($m \times n$). В строке m определить максимальный элемент, а в столбце n количество элементов, меньших порога k .

Лабораторная работа № 6

Тема: "Строки"

Цель работы: изучение правил описания, ввода-вывода и основных функций обработки символьных данных.

Краткие теоретические сведения.

Строки в C++ позволяют работать с символьными данными. С помощью строк возможно осуществить чтение с клавиатуры текста, его обработка и вывод.

В C++ существует 2 типа строк:

1. Массив переменных типа `char`, заканчивающийся нуль-терминатором `\0`. Символьные строки состоят из набора символьных констант заключённых в двойные кавычки. При объявлении строкового массива необходимо учитывать наличие в конце строки нуль-терминатора, и отводить дополнительный байт под него.

`char string[10];` // `string` – имя строковой переменной, 10 – размер массива, (в строке может поместиться 9 символов, последнее место отводится под нуль-терминатор)

2. Специальный класс `string`

Для его работы необходимо в начале программы подключить заголовочный файл `string`: `#include <string>`

Для создания строки необходимо в начале программы написать `using namespace std;`

Теперь чтоб создать строку достаточно написать: `string s;`

Для записи в строку можно использовать оператор `=`
`s="Hello";`

Доступ к *i*-му элементу строки `s` типа `string` осуществляется стандартным образом `s[i]`. Над строками типа `string` определены следующие операции:

- присваивания, например `s1=s2`;
- объединения строк (`s1+=s2` или `s1=s1+s2`) — добавляет к строке `s1` строку `s2`, результат храниться в строке `s1`, пример объединения строк:
- сравнения строк: `s1=s2`, `s1!=s2`, `s1<s2`, `s1>s2`, `s1<=s2`, `s1>=s2` — результатом будет логическое значение.

Существует множество функций для работы со строками (таблица 7).

Таблица 7 – Функции для работы со строками

Функция	Объяснение
<code>s.append(str)</code>	добавляет в конец строки строку <code>str</code>
<code>s.assign(str)</code>	присваивает строке <code>s</code> значение строки <code>str</code>
<code>s.clear()</code>	отчищает строку, т.е. удаляет все элементы в ней
<code>s.compare(str)</code>	сравнивает строку <code>s</code> со строкой <code>str</code> и возвращает 0 в случае совпадение
<code>s.copy(C, I, N)</code>	копирует из строки <code>s</code> в строку <code>C</code> (может быть как строка типа <code>string</code> , так и строка типа <code>char</code>) <code>I</code> символов, начиная с <code>N</code> -го символа
<code>bool b=s.empty()</code>	если строка пуста, возвращает <code>true</code> , иначе <code>false</code>
<code>s.erase(I,N)</code>	удаляет <code>N</code> элементов с <code>I</code> -го символа

<code>s.find(str,I)</code>	ищет строку <code>str</code> начиная с <code>I</code> -го символа
<code>s.insert(pos, s1)</code>	вставляет строку <code>s1</code> в строку <code>s</code> , начиная с позиции <code>pos</code>
<code>int len=s.length()</code>	записывает в <code>len</code> длину строки
<code>s.push_back(symbol)</code>	добавляет в конец строки символ
<code>s.replace(index, n,str)</code>	берет <code>n</code> первых символов из <code>str</code> и заменяет символы строки <code>s</code> на них, начиная с позиции <code>index</code>
<code>str=s.substr(n,m)</code>	возвращает <code>m</code> символов начиная с позиции <code>n</code>
<code>s.swap(str)</code>	меняет содержимое <code>s</code> и <code>str</code> местами.
<code>s.size()</code>	возвращает число элементов в строке.

Функции для работы со строками, прототипы которых описаны в заголовочном файле `string.h`:

1. Сравнение строк. Для сравнения строк используются функции `strcmp` и `strncmp`. Функция

```
int strcmp ( const char *str1, const char *str2);
```

лексикографически сравнивает строки `str1`, `str2` и возвращает `-1`, `0` или `1`, если строка `str1` соответственно меньше, равна или больше строки `str2`.

Функция

```
int strncmp ( const char *str1, const char *str2, size_t n);
```

лексикографически сравнивает не более чем `n` первых символов из строк `str1` и `str2`. Функция возвращает `-1`, `0` или `1`, если первые `n` символов из строки `str1` соответственно меньше, равны или больше первых `n` символов из строки `str2`.

Пример:

```
// пример сравнения строк
#include <string.h>
int main() {
    char str1[] = "aa bb";
    char str2[] = "aa aa";
    char str3[] = "aa bb cc";
    printf("%d\n", strcmp(str1, str3)); // печатает: -1
    printf("%d\n", strcmp(str1, str1)); // печатает: 0
    printf("%d\n", strcmp(str1, str2)); // печатает: 1
    printf("%d\n", strncmp(str1, str3, 5)); // печатает: 0
    return 1;
}
```

2. Копирование строк. Для копирования строк используются функции `strcpy` и `strncpy`. Функция

```
char *strcpy ( char *str1, const char *str2 );
```

копирует строку `str2` в строку `str1`. Строка `str2` копируется полностью, включая завершающий нулевой байт. Функция возвращает указатель на `str1`. Если строки перекрываются, то результат непредсказуем.

Функция

```
char *strncpy ( char *str1, const char *str2, size_t n );
```

копирует `n` символов из строки `str2` в строку `str1`. Если строка `str2` содержит меньше чем `n` символов, то последний нулевой байт копируется столько раз, сколько нужно

для расширения строки str2 до n символов. Функция возвращает указатель на строку str1.

Пример:

```
char str1[80];
char str2 = "Copy string.";
strcpy ( str1, str2 );
printf ( str1 ); // печатает: Copy string.
```

4. Соединение строк. Для соединения строк в одну строку используются функции strcat и strncat. Функция

```
char* strcat ( char *str1, const char *str2 );
```

присоединяет строку str2 к строке str1, причем завершающий нулевой байт строки str1 стирается. Функция возвращает указатель на строку str1.

Функция

```
char* strncat ( char *str1, const char *str2, size_t n );
```

присоединяет n символов из строки str2 к строке str1, причем завершающий нулевой байт строки str1 стирается. Функция возвращает указатель на строку str1. если длина строки str2 меньше n, то присоединяются только символы, входящие в строку str2. После соединения строк к строке str1 всегда добавляется нулевой байт. Функция возвращает указатель на строку str1.

Пример:

```
#include <stdio.h>

#include <string.h>

int main ( )
{
    char str1[80] = "String ";
    char str2 = "catenation ";
    char str3 = "Yes No";
    strcat ( str1, str2 );
    printf ("%s\n", str1 ); // печатает: String catenation
    strncat ( str1, str3, 3 );
    printf ("%s\n", str1 ); // печатает: String catenation Yes
    return 1;
}
```

5. Поиск символа в строке. Для поиска символа в строке используются функции strchr, strrchr, strspn, strcspn и strpbrk. Функция

```
char* strchr ( const char *str, int c );
```

ищет первое вхождение символа, заданного параметром c, в строку str. В случае успеха функция возвращает указатель на первый найденный символ, а в случае неудачи – NULL.

Функция

```
char* strrchr ( const char *str, int c );
```

ищет последнее вхождение символа, заданного параметром *c*, в строку *str*. В случае успеха функция возвращает указатель на последний найденный символ, а в случае неудачи – `NULL`.

Пример:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main ( )
{
    char str[80] = "Char search";
    printf ("%s\n", strchr ( str, 'r' )); // печатает: r search
    printf ("%s\n", strrchr ( str, 'r' )); // печатает: rch
    return 1;
}
```

Функция

`size_t strspn (const char *str1, const char *str2);`

возвращает индекс первого символа из строки *str1*, который не входит в строку *str2*.

Функция

`size_t strcspn (const char *str1, const char *str2);`

возвращает индекс первого символа из строки *str1*, который входит в строку *str2*.

Пример:

```
int main ( )
{
    char str[80] = "123 abc";
    printf ("n = %d\n", strspn ( str, "321" )); // печатает: n = 3
    printf ("n = %d\n", strcspn ( str, "cba" )); // печатает: n = 4
    return 1;
}
```

Функция

`char* strpbrk (const char *str1, const char *str2);`

находит первый символ в строке *str1*, который равен одному из символов в строке *str2*. В случае успеха функция возвращает указатель на этот символ, а в случае неудачи – `NULL`.

Пример.

```
char str[80] = "123 abc";
printf ("%s\n", strpbrk ( str, "bca" )); // печатает: abc
```

6. Сравнение строк. Для сравнения строк используются функция `strcmp`.

Функция

`char* strstr (const char *str1, const char *str2);`

находит первое вхождение строки *str2* (без конечного нулевого байта) в строку *str1*. В случае успеха функция возвращает указатель на найденную подстроку, а в случае неудачи – `NULL`. Если указатель *str1* указывает на строку нулевой длины, то функция возвращает указатель *str1*.

Пример:

```
char str[80] = "123 abc 456";  
printf ("%s\n", strstr ( str, "abc")); // печать: abc 456
```

7. Разбор строки на лексемы. Для разбора строки на лексемы используется функция `strtok`. Функция

```
char* strtok ( char *str1, const char *str2 );
```

возвращает указатель на следующую лексему (слово) в строке `str1`, в которой разделителями лексем являются символы из строки `str2`. В случае если лексемы закончились, то функция возвращает `NULL`. При первом вызове функции `strtok` параметр `str1` должен указывать на строку, которая разбирается на лексемы, а при последующих вызовах этот параметр должен быть установлен в `NULL`. После нахождения лексемы функция `strtok` записывает после этой лексемы на место разделителя нулевой байт.

Пример.

```
#include <stdio.h>  
#include <string.h>  
int main( )  
{  
    char str[ ] = "12 34 ab cd";  
    char *p;  
    p = strtok ( str, " " );  
    while (p)  
    {  
        printf ( "%s\n", p ); // печатает в столбик значения: 12 34 ab cd  
        p = strtok ( NULL, " " );  
    }  
    return 1;  
}
```

8. Определение длины строки. Для определения длины строки используется функция `strlen`. Функция

```
size_t strlen ( const char *str);
```

возвращает длину строки, не учитывая последний нулевой байт. Например,

```
char str[] = "123";  
printf ("len = %d\n", strlen ( str )); // печатает: len = 3
```

Пример выполнения задания.

Задание. Найти слова во введенной с клавиатуры строке, вывести их на экран и подсчитать их количество.

Схема программы представлена на рисунке 24:

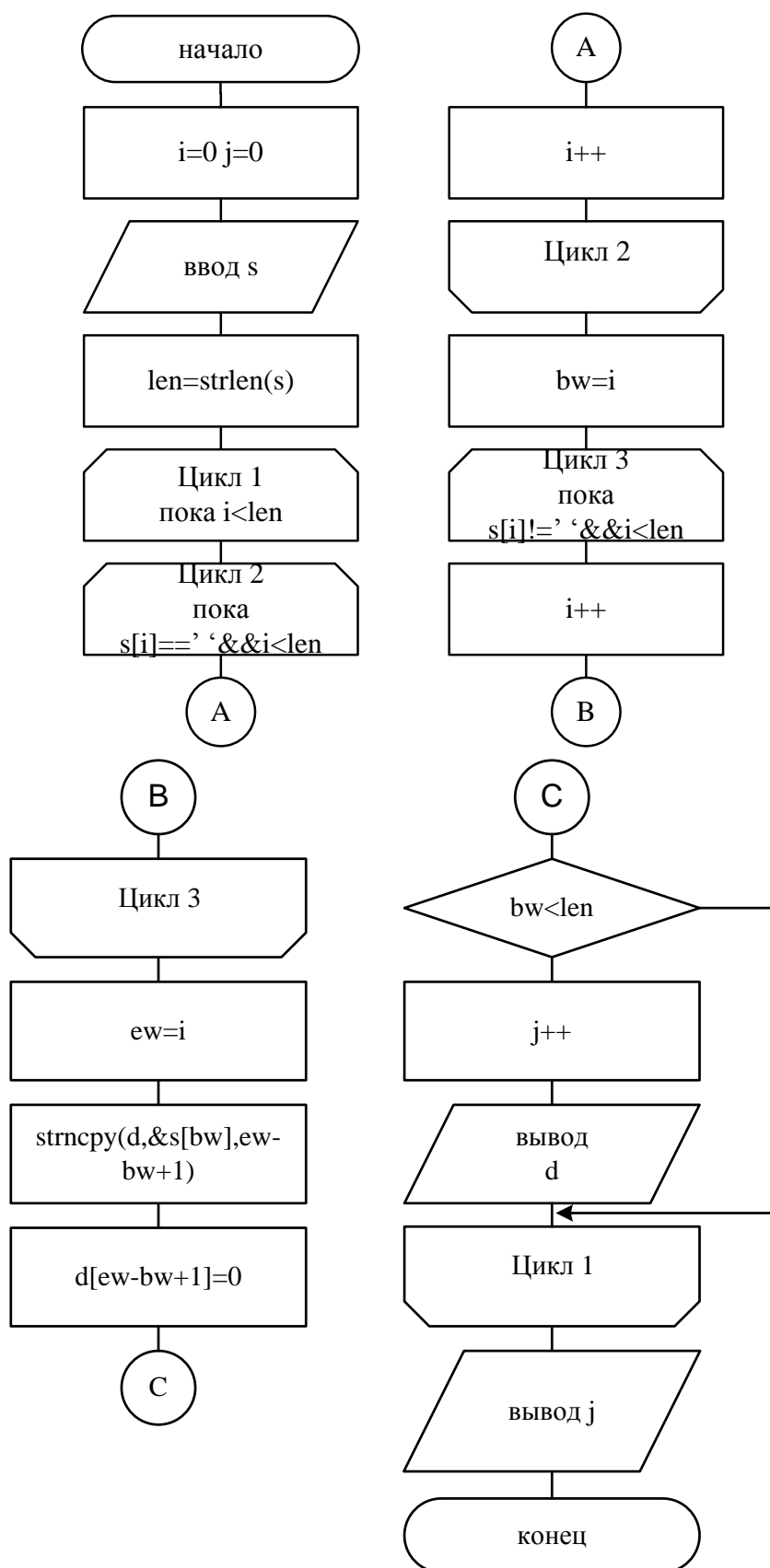


Рисунок 24

Пример программы:

```
#include<stdio.h>
#include<string.h>
```

```

vid main()
{
    char s[100],d[100];
    int i=0,j=0,bw,ew,len;
    gets(s); len=strlen(s);
    while (i<len)
    {
        while((s[i]==' ')&&(i<len)) i++;
        bw=i;
        while((s[i]!=' ')&&(i<len)) i++;
        ew=i;
        strncpy(d,&s[bw],ew-bw+1);
        d[ew-bw+1]=0;
        if (bw<len)
        { j++;
          printf("%s\n",d); }
    }
    printf("Vsego slov %d\n", j);
}

```

Контрольные вопросы

1. Строки в языке C++: понятие строки, описание строк в программе, обращение к элементам строки.
2. Три способа ввода строк в C++.
3. Три способа вывода строк в C++.
4. Способы инициализации строк (задание значений в программе).
5. Стандартные функции для обработки строк.

Варианты заданий

Дана последовательность символов S_1, \dots, S_N . Группы символов, разделенные пробелом (одним или несколькими) и не содержащие пробелов внутри себя, будем называть словами.

1. Определить число символов в самом длинном слове строки. Слова отделяются знаком “/”.
2. В произвольном тексте выделить и отпечатать слова, начинающиеся с буквы А.
3. В произвольном тексте вставить между первым и вторым словом новое слово.
4. В произвольном тексте найти и отпечатать слова, содержащие букву Е.
5. Отпечатать второе и третье слова произвольного текста.

6. В произвольном тексте вставить между вторым и третьим словом новое слово.
7. В произвольном тексте найти и отпечатать все слова длиной 5 символов.
8. В произвольном тексте найти самое короткое слово.
9. В последовательности из 10 пятибуквенных слов найти и поменять местами пару слов, у которых первые три буквы одного совпадают с последними тремя буквами другого.
10. Упорядочить в алфавитном порядке последовательность из 10 пятибуквенных слов.
11. В строке из 50 символов отдельные слова разделены пробелом. Упорядочить строку так, чтобы каждое следующее слово было не короче предыдущего.
12. Расположить слова строки в порядке, обратном исходному.
13. Подсчитать количество букв 'а' в последнем слове строки.
14. Найти количество слов, у которых первый и последний символы совпадают между собой.
15. Исключить из строки слова, расположенные между скобками (,). Сами скобки должны быть исключены.
16. В произвольном тексте найти и отпечатать слова, содержащие букву А.
17. Отпечатать первое и второе слова произвольного текста.
18. В произвольном тексте вставить после первого слова новое слово.
19. В произвольном тексте найти и отпечатать все слова длиной 4 символа.
20. В произвольном тексте найти самое длинное слово.
21. Выполнить сравнение двух строк s и d. Результат вывести в виде сообщения «идентичны» или «не идентичны».
22. Добавить в конец строки новое слово, длиной 5 символов, иначе выдать сообщение об ошибке.
23. Добавить в начало строки новое слово, начинающееся с буквы a, иначе, если слово начинается с другой буквы вывести сообщение о невозможности добавления.
24. Посчитать какое количество раз встречается буква n (задается при каждом выполнении алгоритма).
25. Проанализировать массив символов, состоящий из n символов. Если массив состоит из n-5 символов, добавить в конец набор символов tttt.

Лабораторная работа № 7

Тема: "Подпрограммы. Функции"

Цель работы: изучение правил составления и использования функций в программах на C++.

Краткие теоретические сведения.

В практике программирования часто складываются ситуации, когда одну и ту же группу операторов, реализующих определённую цель, требуется повторить без изменений в нескольких местах программы. Для избавления от столь нерациональной траты времени была предложена концепция подпрограммы.

Подпрограмма — именованная, логически законченная группа операторов языка, которую можно вызвать для выполнения любое количество раз из различных мест программы. В языке C++ подпрограммы реализованы в виде функций.

Функция — это поименованный набор описаний и операторов, выполняющих определённую задачу. Функция может принимать параметры и возвращать значение. Информация, передаваемая в функцию для обработки, называется параметром, а результат вычисления функции её значением. Обращение к функции называют вызовом.

Описание функции состоит из заголовка и тела функции:

```
тип имя_функции(список_переменных)
{
    тело_функции
}
```

Заголовок функции содержит:

- тип возвращаемого функцией значения, он может быть любым; если функция не возвращает значения, указывают тип void;
- имя_функции;
- список_переменных — перечень передаваемых в функцию величин (аргументов), которые отделяются друг от друга запятыми; для каждой переменной из списка указывается тип и имя; если функция не имеет аргументов, то в скобках указывают либо тип void, либо ничего.

Тело функции представляет собой последовательность описаний и операторов, заключённых в фигурные скобки.

В общем виде структура программы на C++ может иметь вид:

```
директивы компилятора
тип имя_1(список_переменных)
{
    тело_функции_1;
}
тип имя_2(список_переменных)
{
    тело_функции_2;
}
...
тип имя_n(список_переменных)
{
    тело_функции_n;
```

```

    }
    int main (список_переменных)
    {
        //Тело функции может содержать операторы вызова
        //функций имя_1, имя_2, ..., имя_n
        тело_основной_функции;
    }

```

Однако допустима и другая форма записи программного кода :

```

    директивы компилятора
    тип имя_1(список_переменных);
    тип имя_2(список_переменных);
    ...
    тип имя_n(список_переменных);
    int main (список_переменных)
    {
        //Тело функции может содержать операторы вызова
        // функций имя_1, имя_2, ..., имя_n
        тело_основной_функции;
    }
    тип имя_1(список_переменных)
    {
        тело_функции_1;
    }
    тип имя_2(список_переменных)
    {
        тело_функции_2;
    }
    ...
    тип имя_n(список_переменных)
    {
        тело_функции_n;
    }

```

Здесь функции описаны после функции main(), однако до неё перечислены заголовки всех функций. Такого рода опережающие заголовки называют прототипами функций. Прототип указывает компилятору тип данных, возвращаемых функцией, тип переменных, выступающих в роли аргументов, и порядок их следования. Прототипы используются для проверки правильности вызова функций в основной программе.

Вызвать функцию можно в любом месте программы. Для вызова функции необходимо указать её имя и в круглых скобках, через запятую перечислить имена или значения аргументов, если таковые имеются:

```
имя_функции(список_переменных);
```

Рассмотрим пример. Создадим функцию f(), которая не имеет входных значений и не формирует результат. При вызове этой функции на экран выводится строка символов "С Новым Годом, ".

```

#include <iostream>
using namespace std;
void f ( ) //Описание функции.
{
    cout << "С Новым Годом, ";
}

```

```

    }
    int main ( )
    {
        f ( ); //Вызов функции.
        cout <<"Студент!" << endl;
        f ( ); //Вызов функции.
        cout <<"Преподаватель!" << endl;
        f ( ); //Вызов функции.
        cout <<"Народ!" << endl;
    }

```

Результатом работы программы будут три строки:

```

    С Новым Годом, Студент!
    С Новым Годом, Преподаватель!
    С Новым Годом, Народ!

```

Далее приведён пример программы, которая вычисляет значение выражения $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha)$ при заданном значении α . Здесь функция `radian` выполняет перевод градусной меры угла в радианную1.

```

#include <iostream>
#include <math.h>
#define PI 3.14159
using namespace std;
double radian ( int deg, int min, int sec )
{
    return ( deg * PI/180+min* PI /180/60+ sec * PI /180/60/60);
}
int main ( )
{
    int DEG, MIN, SEC; double RAD;
    //Ввод данных.
    cout<<" Input :"<<endl; //Величина угла:
    cout<<" DEG ="; cin >>DEG; //градусы,
    cout<<" MIN ="; cin >>MIN; //минуты,
    cout<<" SEC ="; cin >>SEC; //секунды.
    //Величина угла в радианах.
    RAD=radian (DEG, MIN, SEC); //Вызов функции.
    cout << " Value in radian A="<<RAD << endl;
    //Вычисление значения выражения и его вывод.
    cout << " sin (A) ^2+ cos (A) ^2= ";
    cout << pow( sin (RAD), 2 )+pow( cos (RAD), 2 ) << endl;
    return 0;
}

```

Переменные, описанные внутри функции, а также переменные из списка аргументов, являются локальными. Например, если программа содержит пять разных функций, в каждой из которых описана переменная `N`, то для C++ это пять различных переменных. Область действия локальной переменной не выходит за рамки функции. Значения локальных переменных между вызовами одной и той же функции не сохраняются.

Переменные, определённые до объявления всех функций и доступные всем функциям, называют глобальными. В функции глобальную переменную можно отличить, если не описана локальная переменная с теми же именем. Глобальные

переменные применяют для передачи данных между функциями, но это затрудняет отладку программы. Для обмена данными между функциями используют параметры функций и значения, возвращаемые функциями.

Пример выполнения задания.

Задание. Найти максимальную сумму элементов строк матрицы 3×5 с использованием функций.

Схемы программ функций ввода-вывода и обработки данных представлены на рисунках 25 и 26. Схема главной функции main представлена на рисунке 27:

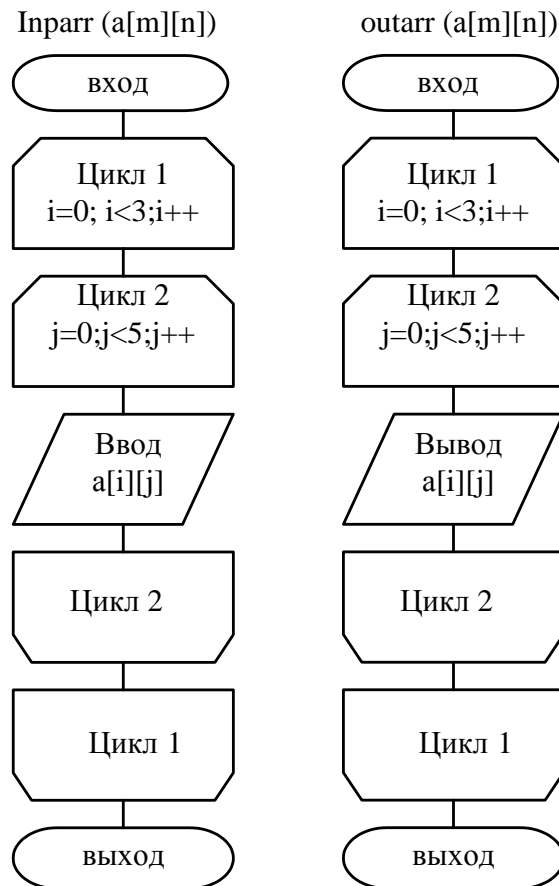


Рисунок 25 – Функции ввода и вывода массива данных

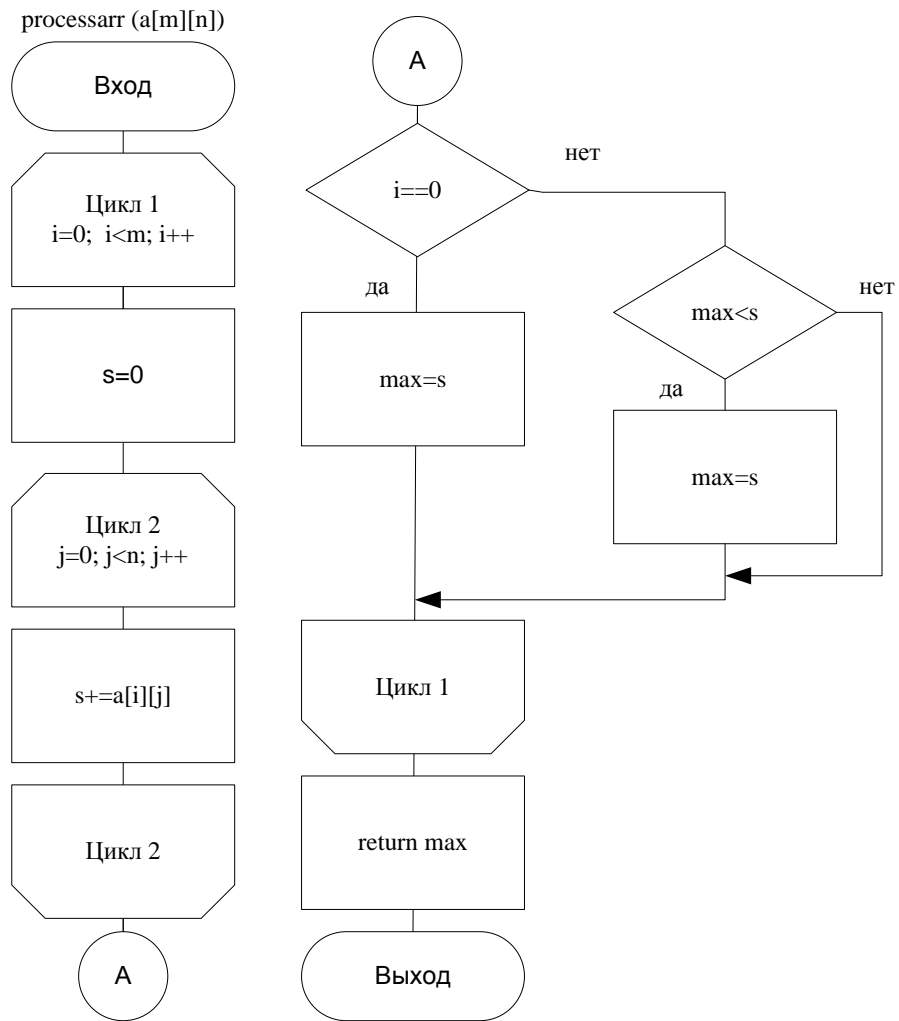


Рисунок 26 – Функция обработки массива данных

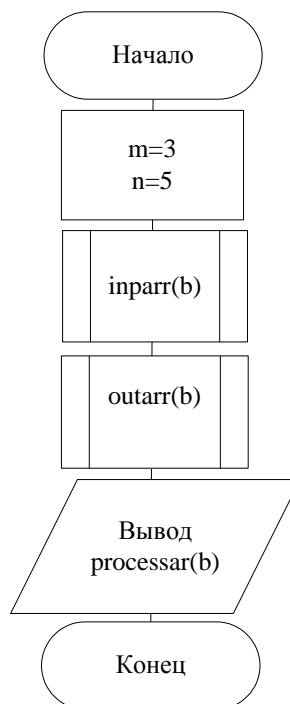


Рисунок 27 – Главная функция программы main

Пример программы:

```
#include <stdio.h>
const int m=3, n=5;
//функция ввода
void inparr(int a[m][n])
{
    int i,j;
    for (i=0;i<m;i++)
        for (j=0;j<n;j++)
            scanf("%d",&a[i][j]);
}
//функция вывода
void outarr (int a[m][n])
{
    int i,j;
    printf("Matrica:\n");
    for (i=0; i<m; i++)
    {
        for (j=0; j<n; j++)
            printf("%5d", a[i][j]);
        printf("\n");
    }
}
int processarr(int a[m][n])
{
    int i,j,s,max;
    for(i=0;i<m;i++)
    {
        s=0;
        for (j=0;j<n;j++)
            s+=a[i][j];
        if (i==0) max=s;
        else if (max<s) max=s;
    }
    return max;
}

void main()
{
    int b[m][n];
    inparr(b);
    outarr(b);
    printf("Maximalnaya summa stroki = %d", processarr(b));
}
```

Контрольные вопросы

1. Структура функции в языке C++, ее заголовок.
2. Вызов функции.
3. Способы передачи параметров.
4. Оператор return (2 формы записи).
5. Описание функции (прототип).

Варианты заданий

См. задание к лабораторной работе № 5.