

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Процедуры и функции в Паскаль

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов очной формы обучения направлений подготовки
13.03.01, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01, 23.03.02, 23.03.03,
23.05.01, 23.05.02, 27.03.01, 27.03.04, 39.03.01, 39.03.02, 40.03.01

Курган 2019

Кафедра: «Программное обеспечение автоматизированных систем»
Дисциплина: «Информатика»

Составитель: старший преподаватель Н. Н. Соколова

Утверждены на заседании кафедры «23» ноября 2018г.
Рекомендованы методическим советом университета «20» декабря 2017г.

Введение

Если в программе возникает необходимость частого обращения к некоторой группе операторов, то рационально сгруппировать такую группу операторов в самостоятельный блок, к которому можно обращаться, указывая его имя.

Автономная часть программы, реализующая определенный алгоритм и допускающая обращение к ней из различных частей программы, называется подпрограммой.

Подпрограммы оформляются в виде отдельных замкнутых участков программы, имеющих четко обозначенный вход и выход. В языке Паскаль существует два вида подпрограмм: процедуры (PROCEDURE) и функции (FUNCTION).

При вызове подпрограммы работа главной программы на некоторое время приостанавливается и начинает выполняться вызванная подпрограмма. Она обрабатывает данные, переданные ей из главной программы (вход). После завершения выполнения подпрограмма возвращает главной программе результаты (выход).

Передача данных из главной программы в подпрограмму и возврат результатов выполнения подпрограммы в программу осуществляется с помощью параметров. Параметром называется переменная, которой присваивается некоторое значение в рамках указанного применения.

Различают формальные параметры – параметры, определённые в заголовке подпрограммы, и фактические параметры – выражения, задающие конкретные значения при обращении к подпрограмме. При обращении к подпрограмме её формальные параметры заменяются фактическими, переданными из главной программы.

Подпрограммы объявляются в разделе описания. Любая подпрограмма оформляется аналогично программе, то есть содержит заголовок, разделы описаний (переменных, меток, типов, констант) и раздел операторов.

Подпрограмма-процедура

Заголовок подпрограммы-процедуры состоит из: зарезервированного слова PROCEDURE, имени процедуры – идентификатора, уникального в пределах программы и списка формальных параметров с указанием их типов, заключённого в круглые скобки.

```
PROCEDURE <имя процедуры> [(<формальные параметры>)]1;  
  [<Разделы описаний>];  
BEGIN  
  <Раздел операторов>;  
END;
```

¹ Квадратные скобки означают, что формальные параметры могут отсутствовать.

Тело процедуры состоит из операторов Паскаля, заключённых в операторские скобки BEGIN...END;

Формальные параметры представляют собой список переменных с указанием их типа. Формальные параметры делятся на входные – передаются из главной программы в процедуру, и выходные – передаются из процедуры после её выполнения в основную программу. Для выделения выходных параметров перед ними ставится слово VAR.

Например: PROCEDURE SUM (A,B: REAL; VAR S:REAL);

Процедура может содержать один или несколько входных и выходных параметров, в том числе ни одного.

Имена, объявленные в разделе описания процедуры, действуют только в этой процедуре и называются локальными. Имена, объявленные в разделе описания главной программы, действуют в главной программе и во всех подпрограммах данной программы и называются глобальными.

Вызов процедуры имеет форму:

<имя процедуры> (<фактические параметры>);

Параметры, которые передаются в процедуру (входные) могут быть переменными, константами, выражениями. Параметры, которые передаются из процедуры в главную программу (выходные) могут быть только переменными.

Например, напишем в главной программе: SUM (X,7,Y);

Здесь: X,7,Y – фактические параметры. Входной формальный параметр A процедуры SUM примет значение переменной X, входному формальному параметру B будет присвоено значение константы 7. После выполнения процедуры SUM результат её выполнения S будет присвоен фактическому параметру Y.

Между формальными и фактическими параметрами должно быть соответствие по их типу, количеству и порядку следования.

Выполнение программы начинается с операторов основной программы. Как только встретилось имя процедуры, она вызывается и начинает выполняться. Данные из программы передаются в процедуру. После выполнения процедуры её результаты передаются в программу в то же самое место, откуда был сделан вызов процедуры. Затем продолжает выполняться основная программа.

Процедура может быть без параметров. Если в процедуре отсутствуют параметры, то в ней используются те же имена, что и в программе.

Следует при написании программы обратить внимание на следующий момент. В заголовке процедуры перечисляются формальные параметры с указанием названия типов. Массив нельзя описать, например, в таком виде:

A: ARRAY [1..N] OF REAL; потому что это не название типа, а его описание. Массив должен быть описан в основной программе в разделе описания типов, а в заголовке процедуры должно быть указано имя массива и название его типа. Например:

TYPE MAS = ARRAY [1..100] OF REAL;

...

PROCEDURE S1 (A: MAS; VAR S: REAL);

Здесь входной параметр процедуры S1 – это одномерный массив с именем A и максимальной размерностью 100 элементов, а выходной параметр S – переменная вещественного типа.

Подпрограмма-функция

Функция оформляется аналогично процедуре. Отличительные особенности функции:

- 1) функция имеет один результат;
- 2) функция имеет тип;
- 3) результат выполнения функции обозначается именем функции;
- 4) среди операторов функции должен быть оператор присваивания результата имени функции.

Функция состоит из заголовка и тела функции. Заголовок содержит: зарезервированное слово FUNCTION, имя функции – идентификатор, уникальный в пределах программы, список формальных входных параметров с указанием их типов, заключённый в круглые скобки, тип возвращаемого функцией результата.

```
FUNCTION <имя функции> (<формальные параметры>): <тип результата>;  
[<Разделы описаний>];  
BEGIN  
<Раздел операторов>;  
<имя функции> := <результат>;  
END;
```

Тело функции состоит из раздела описаний, который может отсутствовать и раздела операторов, заключённого в операторские скобки BEGIN...END;. В разделе операторов должен обязательно присутствовать оператор, присваивающий имени функции результат её выполнения.

Обращение в функции осуществляется по её имени с указанием в скобках фактических входных параметров. Каждый фактический параметр должен соответствовать формальному параметру, указанному в заголовке и иметь тот же тип.

Вызов функции имеет форму:

```
<имя переменной> := <имя функции> (<фактические параметры>);
```

Примеры решения задач с использованием подпрограммы-процедуры

Пример 1. Дано A(m), B(n) – целочисленные одномерные массивы. Найти сумму и количество элементов кратных трём для каждого массива.

Для решения данной задачи организуем две процедуры. Для ввода элементов в массив процедуру VVOD и для подсчёта суммы и количества элементов кратных трём процедуру SUM.

Переменные:

m – размерность массива $A(m)$;

n – размерность массива $B(n)$;

A, B – данные массивы;

$S1, K1$ – сумма и количество элементов кратных трём в массиве A ;

$S2, K2$ – сумма и количество элементов кратных трём в массиве B ;

p – формальный параметр, размерность массива;

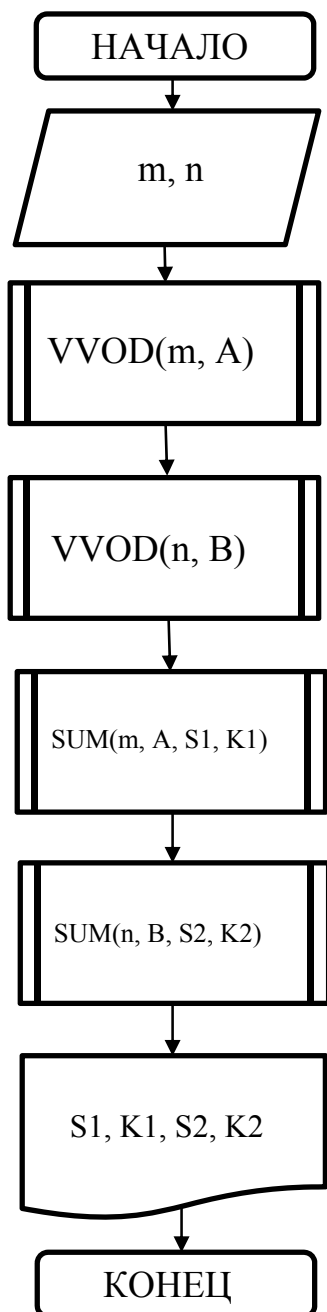
X – формальный параметр, массив;

S, K – формальные параметры, сумма и количество элементов кратных трём.

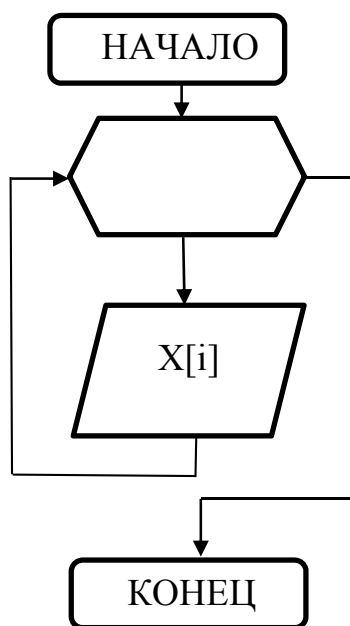
Блок-схема (алгоритм решения задачи)

Блок-схема чертится для основной программы и для каждой подпрограммы.

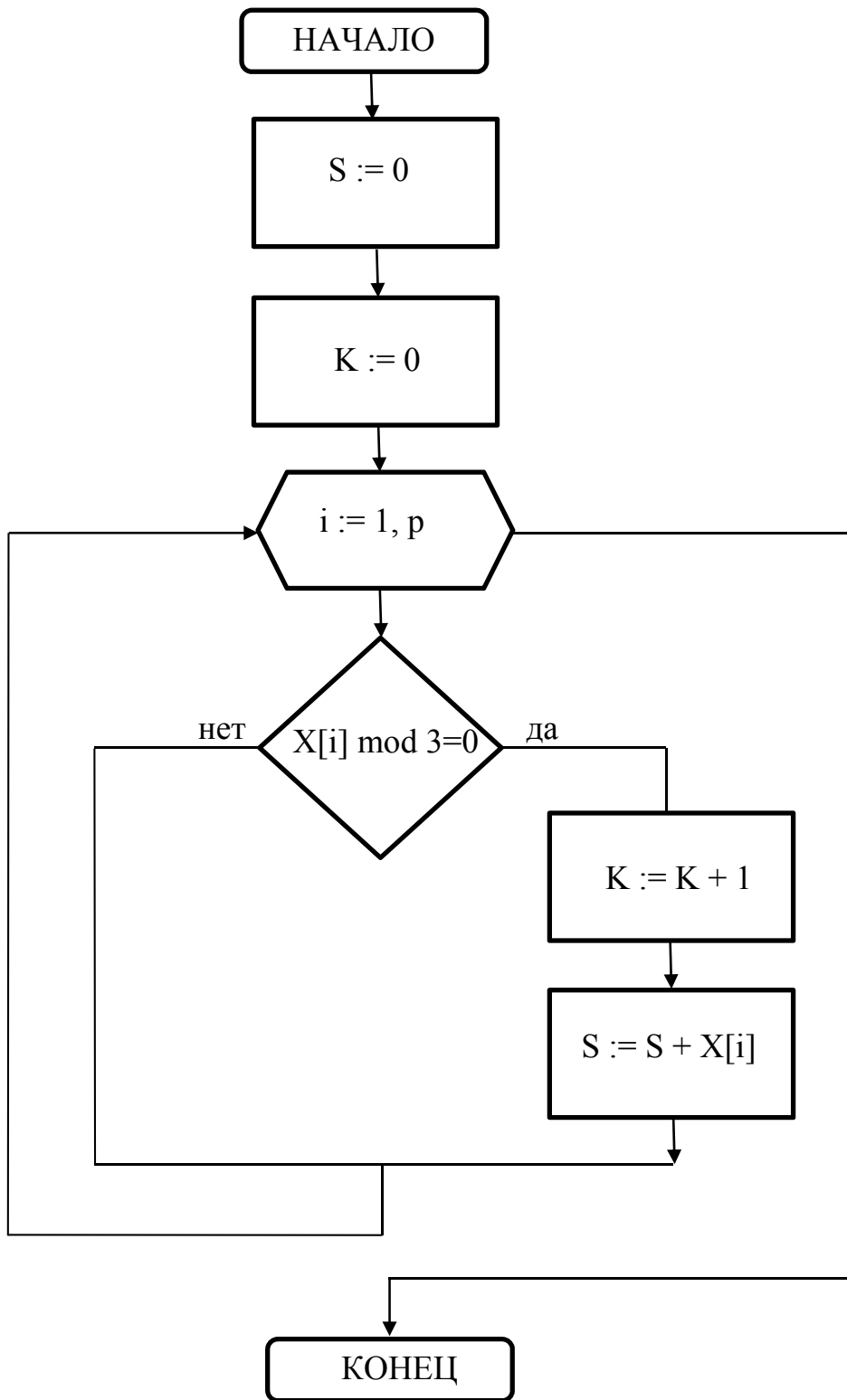
Основная программа



Процедура VVOD



Процедура SUM



Программа на языке Паскаль

```
PROGRAM KRATN_3;
TYPE MAS = ARRAY [1..100] OF INTEGER;
VAR A, B : MAS;
    m, n, S1, S2, K1, K2 : INTEGER;
PROCEDURE VVOD (p : INTEGER; VAR X : MAS);
    VAR i : INTEGER;
    BEGIN
        FOR i := 1 TO p DO
            BEGIN
                WRITELN ('Введите элемент');
                READLN ( X[i]);
            END;
        END;
PROCEDURE SUM (p : INTEGER; X : MAS; VAR S, K : INTEGER);
    VAR i : INTEGER;
    BEGIN
        S := 0;
        K := 0;
        FOR i := 1 TO p DO
            IF X[i] mod 3 = 0 THEN
                BEGIN
                    S := S + X[i];
                    K := K + 1;
                END;
        END;
    BEGIN
        WRITELN ('Введите размерность массива A и размерность массива B');
```



```

READLN (m, n);
WRITELN ('Введите массив A');
VVOID (m, A);
WRITELN ('Введите массив B');
VVOID (n, B);
SUM (m, A, S1, K1);
SUM (n, B, S2, K2);
WRITELN ('Сумма элементов кратных трём в массиве A ', S1, 'Сумма элемен-
тов кратных трём в массиве B ', S2, 'Количество элементов кратных трём в
массиве A ', K1, 'Количество элементов кратных трём в массиве B ', K2);
END.

```

Тест. Дано: $m = 7$

A (3, 9, 1, 7, 4, 6, 4)

$n = 8$

B (9, 8, 12, 6, 3, 6, 7, 9)

$S1 = 18$ $K1 = 3$

$S2 = 45$ $K2 = 6$

Протестируем подсчёт суммы и количества элементов кратных трём по алгоритму процедуры SUM для массивов A и B. Результаты теста представим в виде таблицы (Таблица 1).

Таблица 1 – Результаты теста

Значение i	Условие $X[i] \bmod 3=0$	Значение $X[i] \bmod 3=0$	Значение S	Значение K
Массив A				
1	$3 \bmod 3 = 0$	Истина	3	1
2	$9 \bmod 3 = 0$	Истина	12	2
3	$1 \bmod 3 = 0$	Ложь	12	2
4	$7 \bmod 3 = 0$	Ложь	12	2
5	$4 \bmod 3 = 0$	Ложь	12	2
6	$6 \bmod 3 = 0$	Истина	18	3
7	$4 \bmod 3 = 0$	Ложь	18	3

Продолжение таблицы 1

Массив В				
1	$9 \bmod 3 = 0$	Истина	9	1
2	$8 \bmod 3 = 0$	Ложь	9	1
3	$12 \bmod 3 = 0$	Истина	21	2
4	$6 \bmod 3 = 0$	Истина	27	3
5	$3 \bmod 3 = 0$	Истина	30	4
6	$6 \bmod 3 = 0$	Истина	36	5
7	$7 \bmod 3 = 0$	Ложь	36	5
8	$9 \bmod 3 = 0$	Истина	45	6

Пример 2. Дано $A(10*12)$, $B(8*4)$ – действительные матрицы. Найти сумму положительных элементов каждого столбца каждой матрицы.

Для решения данной задачи организуем две процедуры. Для ввода элементов в матрицу процедуру VVOD и для подсчёта суммы положительных элементов каждого столбца процедуру SUM. Положительные элементы каждого столбца матрицы будем записывать в одномерный массив и передавать его в основную программу.

Переменные:

m_A , n_A – размерность матрицы $A(10*12)$;

m_B , n_B – размерность матрицы $B(5*4)$;

A , B – данные матрицы;

C – сумма положительных элементов каждого столбца матрицы A ;

D – сумма положительных элементов каждого столбца матрицы B ;

m , n – формальные параметры, размерность матрицы;

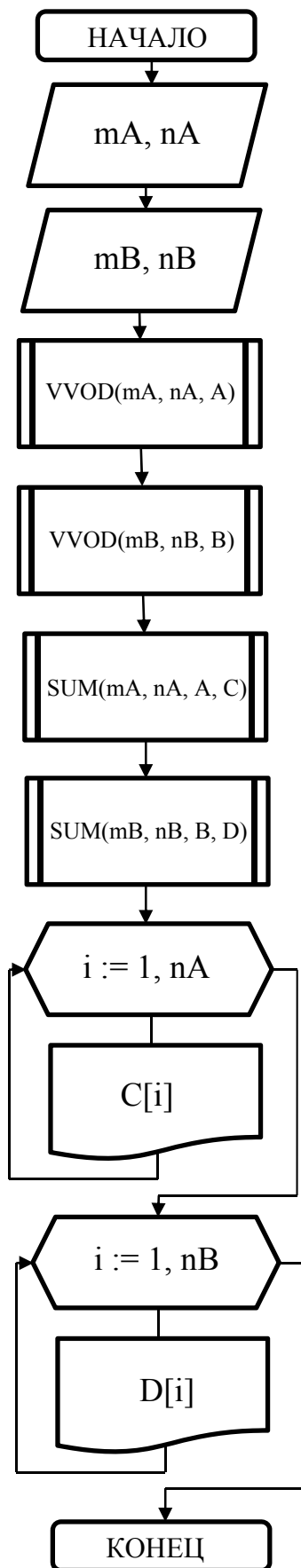
X – формальный параметр, матрица;

Y – формальный параметр, сумма положительных элементов каждого столбца матрицы.

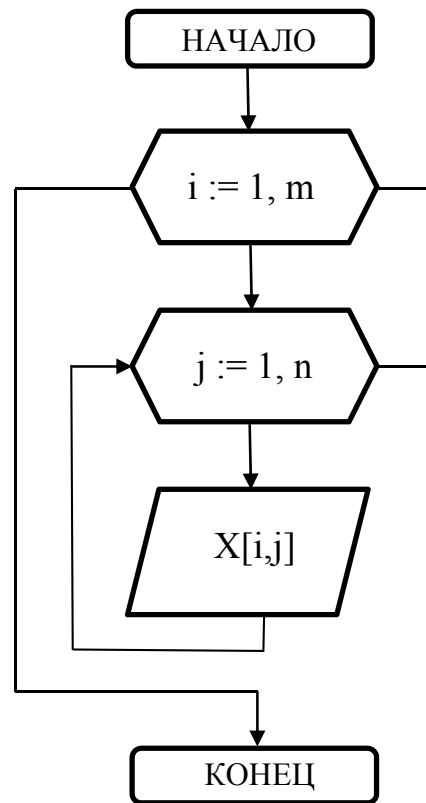
Блок-схема (алгоритм решения задачи)

Блок-схема чертится для основной программы и для каждой подпрограммы.

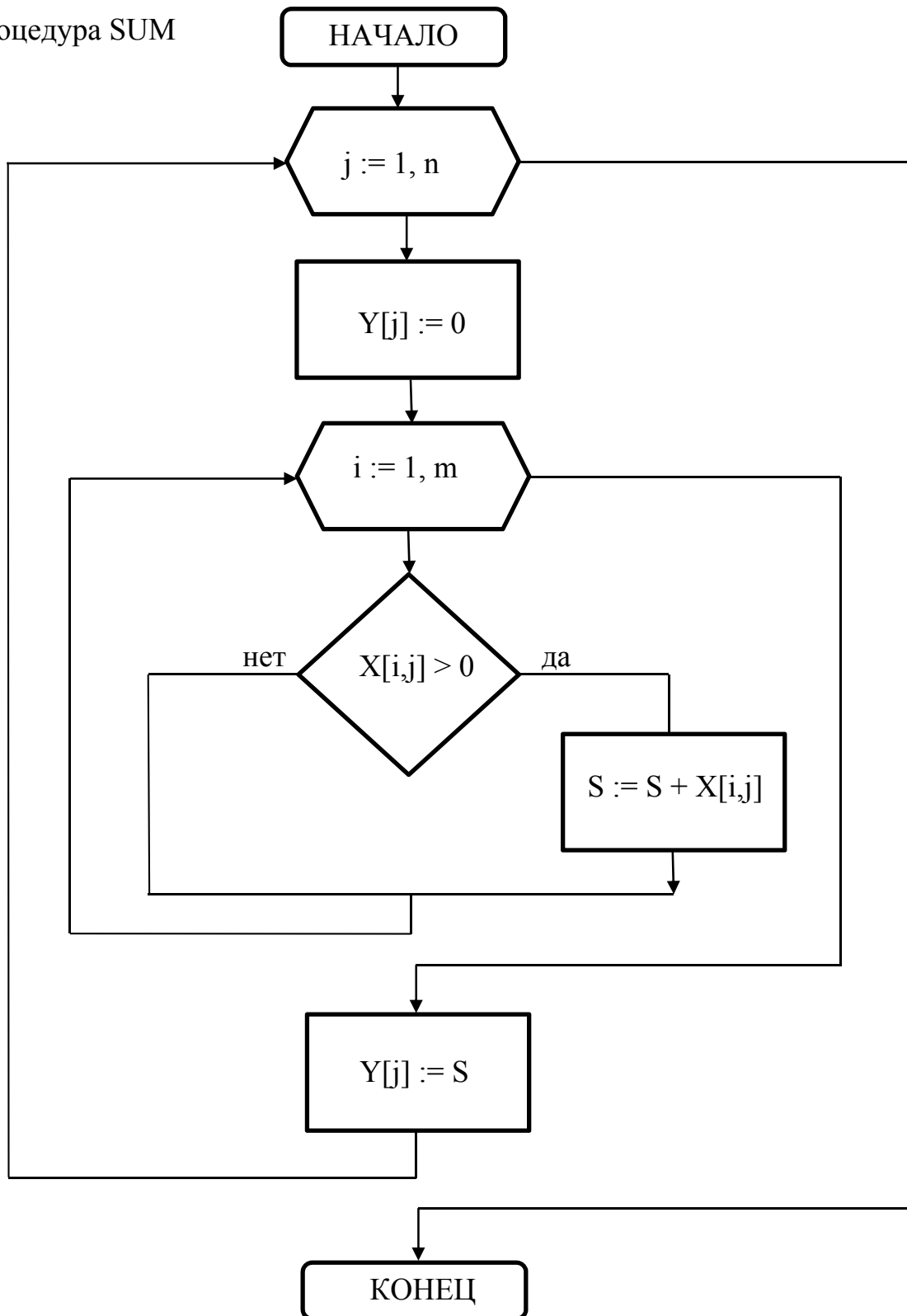
Основная программа



Процедура VVOD



Процедура SUM



Программа на языке Паскаль

```
PROGRAM SUMMA;  
TYPE MATR = ARRAY [1..10, 12] OF REAL;  
MAS = ARRAY [1..12] OF REAL;
```

```

VAR A, B : MATR;
    C, D : MAS;
    mA, nA, mB, nB, i : INTEGER;
PROCEDURE VVOD (m, n : INTEGER; VAR X: MATR);
    VAR i, j : INTEGER;
    BEGIN
        FOR i := 1 TO m DO
            FOR j := 1 TO n DO
                BEGIN
                    WRITELN ('Введите элемент');
                    READLN ( X[i,j]);
                END;
            END;
        END;
PROCEDURE SUM (m, n : INTEGER; X : MATR; VAR Y : MAS);
    VAR i, j : INTEGER; S : REAL;
    BEGIN
        FOR j := 1 TO n DO
            BEGIN
                S := 0;
                FOR i := 1 TO m DO
                    IF X[i,j] > 0 THEN
                        S := S + X[i,j];
                    Y[j] := S;
                END;
            END;
        END;
BEGIN
    WRITELN ('Введите размерность матрицы A');
    READLN (mA, nA);

```

```

WRITELN ('Введите размерность матрицы B');
READLN (mB, nB);
WRITELN ('Введите матрицу A');
VVOID (mA, nA, A);
WRITELN ('Введите матрицу B');
VVOID (mB, nB, B);
SUM (mA, nA, A, C);
SUM (mB, nB, B, D);
WRITELN ('Сумма положительных элементов столбцов матрицы A');
FOR i := 1 TO nA DO
WRITE ( C[i] : 8 : 3 );
WRITELN ('Сумма положительных элементов столбцов матрицы B');
FOR i := 1 TO nB DO
WRITE ( D[i] : 8 : 3 );
END.

```

Тест. Дано: $m_A = 10$ $n_A = 12$

Матрица A

3	-9	-1	0	4	1	4	3	8.1	0	6	0
2	0	-3	1	1	0.1	5	1	-3	0	1	0
4	-2	-1	1	6	-2	1	0	1.4	1	0	0
3	1	-3	-2	3	1	-9	11	6.3	-1	1	-1
5	2	1	-1	0	0	-2	1	-2	1	0	0
0	0	-1	0	-3	-2	0	-3	-1	-7	-1	0
5	0	-5	0	2	1	0	-3	1	-1	-1	-1
7	0	2	-1	-3	0	1	1	5	1	0	-1
9	0	2	4	3	1	4	1	0	1	7	0
2	-1	2	2	0	6	0	1	0	1	1	-1

C (39, 3, 7, 8, 19, 10.1, 15, 19, 21.8, 5, 16, 0)

$m_B = 5$ $n_B = 4$

Матрица В

3	-6	1	0
1	0	-3	1
4	-2	1	1
3	1	-3	0
0	0	-1	0

D (11, 1, 2, 2)

Протестируем подсчёт сумм положительных элементов столбцов по алгоритму процедуры SUM для матрицы В. Результаты теста представим в виде таблицы (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты теста

Значение j	Значение i	Условие $X[i,j] > 0$	Значение $X[i,j] > 0$	Значение S	Значение Y[j]
1	1	$3 > 0$	Истина	3	
1	2	$1 > 0$	Истина	4	
1	3	$4 > 0$	Истина	8	
1	4	$3 > 0$	Истина	11	
1	5	$0 > 0$	Ложь	11	11
2	1	$-6 > 0$	Ложь	0	
2	2	$0 > 0$	Ложь	0	
2	3	$-2 > 0$	Ложь	0	
2	4	$1 > 0$	Истина	1	
2	5	$0 > 0$	Ложь	1	1
3	1	$1 > 0$	Истина	1	
3	2	$-3 > 0$	Ложь	1	
3	3	$1 > 0$	Истина	2	
3	4	$-3 > 0$	Ложь	2	
3	5	$-1 > 0$	Ложь	2	2
4	1	$0 > 0$	Ложь	0	
4	2	$1 > 0$	Истина	1	
4	3	$1 > 0$	Истина	2	
4	4	$0 > 0$	Ложь	2	
4	5	$0 > 0$	Ложь	2	2

Примеры решения задач с использованием подпрограммы-функции

Пример 1. Дано $X(6)$, $Y(8)$, $Z(m)$ – целочисленные одномерные массивы. Определить количество элементов в каждом массиве до первого нулевого.

Для решения данной задачи организуем две процедуры. Для ввода элементов в массив процедуру VVOD и для подсчёта количества элементов до первого нулевого функцию К.

Переменные:

n – размерность массивов X , Y , Z ;

X – данные массивы;

R – количество элементов в массиве до первого нулевого;

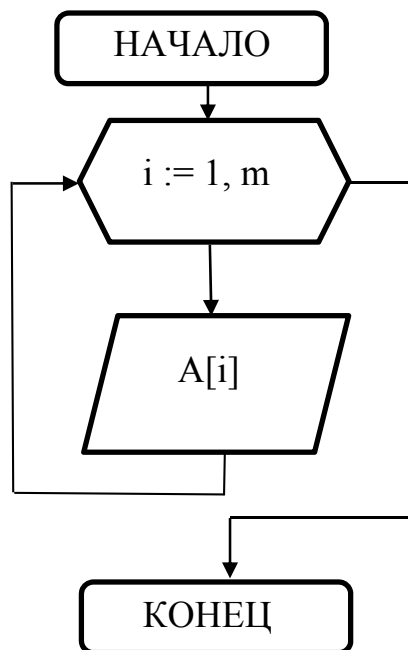
m – формальный параметр, размерность массива;

A – формальный параметр, массив.

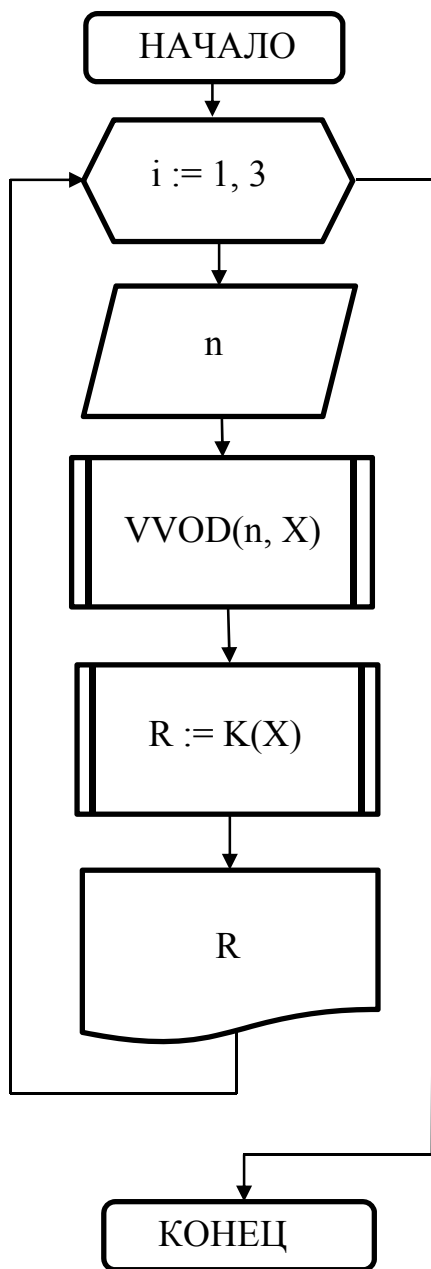
Блок-схема (алгоритм решения задачи)

Блок-схема чертится для основной программы и для каждой подпрограммы.

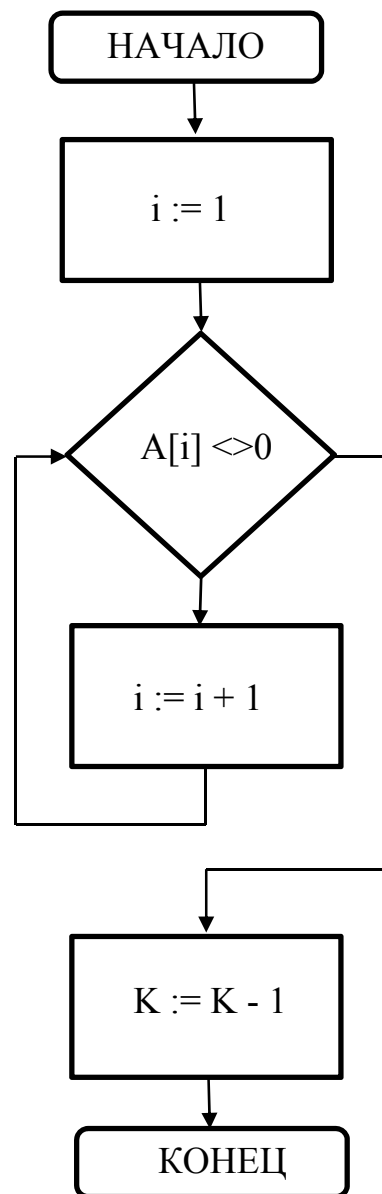
Процедура VVOD



Основная программа



Функция К



Программа на языке Паскаль

```

PROGRAM K1;
TYPE MAS = ARRAY [1..50] OF REAL;
VAR X : MAS;
    n, i, R : INTEGER;
PROCEDURE VVOD (m : INTEGER; VAR A : MAS);
VAR i : INTEGER;
BEGIN
    FOR i := 1 TO m DO
    
```

```

        BEGIN
        WRITELN ('Введите элемент');
        READLN ( A[i]);
        END;
    END;
FUNCTION K (A : MAS) : INTEGER;
VAR i : INTEGER;
BEGIN
i := 1;
WHILE A[i] <> 0 DO
    i := i + 1;
K := i - 1;
END;
BEGIN
FOR i := 1 TO 3 DO
    BEGIN
    WRITELN ('Введите размерность массива');
    READLN (n);
    WRITELN ('Введите массив');
    VVOD (n, X);
    R := K (X);
    WRITELN ('Количество элементов до первого нулевого ', R);
    END;
END.

```

Тест. m = 7

X (4, 3, -1, 0, 2, 3) R = 3

Y (9, 0, 3, 0, -1, 0, 0, 4) R = 1

Z (5, -1, 4, 7, 2, 0, -4) R = 5

Протестируем подсчёт количества элементов до первого нулевого в каждом массиве (функция K). Результаты теста представим в виде таблицы (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты теста

Значение i (перед циклом)	Условие A[i] <> 0	Значение A[i] <> 0	Значение i	Значение K (результат)
Массив X				
1	4 <> 0	Истина	2	
2	3 <> 0	Истина	3	
3	-1 <> 0	Истина	4	
4	0 <> 0	Ложь	3	3
Массив Y				
1	9 <> 0	Истина	2	

Продолжение таблицы 3

2	$0 \diamond 0$	Ложь	1	1
Массив Z				
1	$5 \diamond 0$	Истина	2	
2	$-1 \diamond 0$	Истина	3	
3	$4 \diamond 0$	Истина	4	
4	$7 \diamond 0$	Истина	5	
5	$2 \diamond 0$	Истина	6	
6	$0 \diamond 0$	Ложь	5	5

Пример 2. Составить программу для вычисления значения функции.

$$s = \sqrt{x^2 + y^2 + \sin^2 xy} + \sqrt{y^2 + z^2 + \sin^2 yz} + \sqrt{z^2 + x^2 + \sin^2 xz},$$

где x, y, z – действительные числа.

Решение задачи целесообразно осуществить с помощью подпрограммы-функции. Функция на входе будет получать две переменные, после расчёта результат будет передаваться в основную программу.

Переменные:

x, y, z – данные действительные числа;

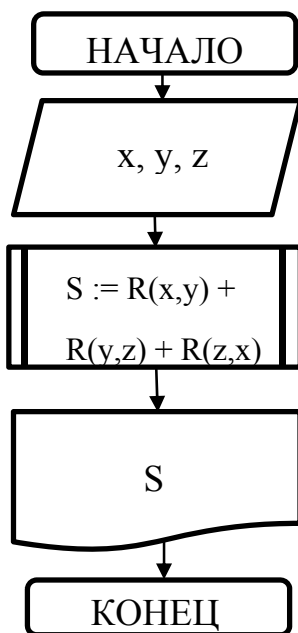
S – результат;

a, b – формальные параметры.

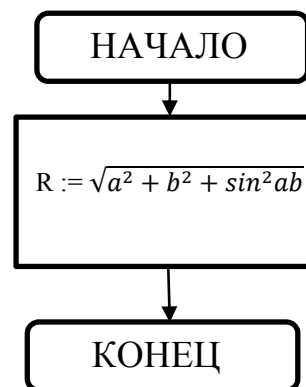
Блок-схема (алгоритм решения задачи)

Блок-схема чертится для основной программы и для каждой подпрограммы.

Основная программа



Функция R



Программа на языке Паскаль

```
PROGRAM F1;  
VAR S, x, y, z : REAL;  
FUNCTION R (a, b : REAL) : REAL;  
    BEGIN  
        R := SQRT ( SQR (a) + SQR (b) + SQR ( SIN ( a * b ) ));  
    END;  
BEGIN  
WRITELN ('Введите x, y, z');  
READLN (x, y, z);  
S := R (x, y) + R (y, z) + R (z, x);  
WRITELN ( S : 9 : 4);  
END.
```

Тест.

x = 1; y = 2; z = 3; S = 9,2.

Варианты заданий

Задачу 1 следует решить, используя подпрограмму-процедуру, задачу 2 – подпрограмму-функцию.

Вариант 1.

1 Вычислить $z = \frac{s_1 + s_2}{k_1 k_2}$, где s_1 и k_1 – сумма и количество положительных элементов массива X(N); s_2 и k_2 – сумма и количество положительных элементов массива Y(M). $M \leq 100$, $N \leq 100$.

2 Вычислить большие корни квадратных уравнений $x^2 - ax + b = 0$, $cy^2 - dx - f = 0$. Все корни действительные.

Вариант 2.

1 Вычислить $z = \frac{e^{s_1} + e^{s_2}}{k_1 k_2}$, где s_1 и k_1 – сумма и количество положительных элементов массива X(100); s_2 и k_2 – сумма и количество отрицательных элементов массива Y(80). Обе суммы вычислять в одной подпрограмме.

2 Подсчитать число точек, находящихся внутри круга радиусом r с центром в начале координат; координаты точек заданы массивами X(100), Y(100). Расстояние точки от начала координат вычислять в подпрограмме.

Вариант 3.

1 Вычислить и запомнить суммы положительных элементов каждой строки матрицы A(10, 20), B(15, 10).

2 Определить периметры трёх треугольников, заданных координатами их вершин. Длину стороны треугольника вычислять в подпрограмме.

Вариант 4.

1 Найти наибольшие элементы и их порядковые номера массивов X(N) и Y(M). N≤80, M≤70.

2 Вычислить $z = \frac{v_1 + v_2 + v_3}{3}$, где v_1, v_2, v_3 – объемы шаров с радиусами r_1, r_2, r_3 соответственно. v_i вычислять в подпрограмме.

Вариант 5.

1 Переписать положительные элементы массива X(100) и Y(80) в массив Z подряд. Запись в массив Z осуществлять в подпрограмме.

2 Вычислить $z = \frac{x_{m1} + x_{m2}}{2}$, где x_{m1} и x_{m2} – наименьшие элементы массивов X1(70), X2(80).

Вариант 6.

1 Найти наименьшие элементы и номера строк и столбцов, в которых они расположены, для матриц A(10, 15) и B(15, 12).

2 Вычислить суммы положительных элементов массивов X(N), Y(M), Z(K). N≤60, M≤60, K≤70.

Вариант 7.

1 Создать массив Z из элементов целочисленных матриц N(5, 8) и M(10, 6), кратные трем.

2 Вычислить среднее арифметическое положительных элементов для массивов A(N1), B(N2), C(N3). N1≤100, N2≤100, N3≤100.

Вариант 8.

1 Вычислить $z = \frac{\sum_{i=1}^{40} \sin x_i + \sum_{i=1}^{50} \cos y_i}{\sum_{i=1}^{40} |x_i|}$, где x_i и y_i заданы массивами. Все

суммы вычислять в одной подпрограмме.

2 Подсчитать количество элементов матриц X(10, 15) и Y(20, 12), удовлетворяющих условиям $0 \leq x_{ij} \leq 1$ и $0 \leq y_{ij} \leq 1$.

Вариант 9.

1 Вычислить $z = \frac{x_{\max} - y_{\min}}{2}$, где x_{\max} – максимальный элемент массива

X(50); y_{\min} – минимальный элемент массива Y(40), x_{\max} и y_{\min} вычислять в одной подпрограмме.

2 Вычислить суммы положительных элементов каждой строки для матриц A(10, 12) и B(15, 10).

Вариант 10.

1. Вычислить и запомнить количество отрицательных элементов каждого столбца для матриц A(10, 10) и B(15, 20).

2 Вычислить $z = \frac{s_1 + s_2}{2}$, где s_1 – сумма положительных элементов массива X(m); s_2 – сумма отрицательных элементов массива Y(n). Обе суммы вычислять в одной подпрограмме.

Вариант 11.

1 Найти средние значения для элементов массивов X(N), Y(M) Z(P). N≤100, M≤100, P≤100.

2 Вычислить суммы элементов главных диагоналей матриц A(N,N) и B(M,M). M≤20, N≤30.

Вариант 12.

1 Вычислить суммы и количества элементов, находящихся в интервале от а до b для матриц X(10, 8) и Y(10, 12).

2 Подсчитать число нулевых элементов для матриц A(N, M) и B(M, N). M≤20, N≤20.

Вариант 13.

1 Преобразовать массивы X(50) и Y(60), расположив в них подряд только положительные элементы. Вместо остальных элементов записать нули.

2 Даны действительные числа а, b, с. Получить $\frac{\max(a, a + b) + \max(a, b + c)}{1 + \max(a + bc, 1.15)}$.

Вариант 14.

1 Составить программу для вычисления среднего геометрического положительных элементов каждого столбца матрицы A(8, 10).

2 Составить программу для вычисления значения функции $y = ax^2 + bx + d$, где

$$a = \sum_{i=1}^N t_i, \quad b = \sum_{i=N+1}^{15} t_i, \quad d = \sum_{i=1}^{10} t_i, \quad \text{используя функцию } SUM = \sum_{i=k}^l u_i.$$

Вариант 15.

1 Вычислить произведения ненулевых элементов целочисленных массивов X(N), Y(M) Z(P). N≤100, M≤100, P≤100.

2 Подсчитать, сколько элементов в каждой матрице превысило среднее значение всех элементов матрицы для матриц A(N, M) и B(M, N). M≤50, N≤50.

Вариант 16.

1 Вычислить сумму и количество элементов, стоящих на чётных местах, для массивов X(N), Y(M). N≤100, M≤100.

2 Найти номера строк, все элементы которых чётные, для целочисленных матриц $A(N, M)$ и $B(M, N)$. $M \leq 10, N \leq 10$.

Вариант 17.

1 Подсчитать количество чётных элементов для матриц $A(N, M)$ и $B(M, N)$. $M \leq 10, N \leq 20$.

2 Найти количество элементов массивов, которые принадлежат интервалу $[a, b]$, $X(N), Y(M), Z(P)$. $N \leq 100, M \leq 100, P \leq 100$.

Вариант 18.

1 Найти и запомнить наибольшие элементы каждого столбца для матриц $A(N, M)$ и $B(M, N)$. $M \leq 10, N \leq 20$.

2 Найти сумму элементов массивов, которые принадлежат интервалу $[a, b]$, $X(N), Y(M), Z(P)$. $N \leq 100, M \leq 100, P \leq 100$.

Вариант 19.

1 Найти сумму и количество нечётных по значению элементов для матриц $A(N, M)$ и $B(M, N)$. $M \leq 10, N \leq 20$.

2 Подсчитать число точек, находящихся внутри круга радиусом r с центром в точке с координатами $(1, 1)$; координаты точек заданы массивами $X(80), Y(80)$. Расстояние точки от центра круга определять в подпрограмме.

Вариант 20.

1 Переписать все чётные элементы массива $X(10)$ и $Y(8)$ в массив Z подряд. Запись в массив Z осуществлять в подпрограмме.

2 Вычислить суммы элементов побочных диагоналей матриц $A(N, N)$ и $B(M, M)$. $M \leq 20, N \leq 30$.

Задания для самостоятельной работы

1 Составить программу для вычисления $z = \frac{e^{|x_{\max}|} - e^{|y_{\max}|}}{\sqrt{|x_{\min} \cdot y_{\min}|}}$, где x_{\max} и x_{\min} – наибольший и наименьший элементы массива $X(100)$, а y_{\max} и y_{\min} – наибольший и наименьший элементы массива $Y(80)$.

2 Составить программу для вычисления значения функции $u = e^{x_1 + y_1} - e^{x_2 - y_2}$, где x_1 и x_2 – корни уравнения $ax^2 + bx - 1,5 = 0$, а y_1 и y_2 – корни уравнения $2y^2 - y + c = 0$. Корни находить в процедуре. Если корни мнимые, то считать их равными нулю.

3 Составить программу для вычисления значения функции $z = x_1 + x_2 + x_3$, где

$$x_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} a_{2i+1}}{2!}, \quad x_2 = \frac{\sum_{i=1}^{20} b_{2i}}{40!}, \quad x_3 = \frac{\sum_{i=1}^{40} c_{2i+1}}{4!}, \quad a_i, b_i, c_i - \text{элементы массивов}$$

вов. Вычисление x_i выполнять в процедуре, а для вычисления факториала использовать функцию.

4 Даны действительные числа $a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m$. В последовательности a_1, a_2, \dots, a_n и в последовательности b_1, b_2, \dots, b_m все члены, следующие за членом с наибольшим значением (за первым по порядку, если их несколько), заменить на 0,5.

5 По заданным 20-элементным целым массивам x и y вычислить

$$u = \begin{cases} \sum_{i=1}^{20} x_i^2, & \text{при } \sum_{i=1}^{10} x_i y_i > 0; \\ \sum_{i=1}^{10} y_i^2 & \text{иначе.} \end{cases}$$

6 По заданным 50-элементным вещественным массивам a, b, c вычислить

$$t = \begin{cases} \frac{\min(b_i)}{\max(a_i)} + \frac{\max(c_i)}{\min(b_i + c_i)}, & \text{при } \min(a_i) < \max(b_i); \\ \max(b_i + c_i) + \min(c_i) & \text{иначе.} \end{cases}$$

7 Даны 3 квадратные вещественные матрицы 10 порядка. Напечатать ту из них, в которой наименьший след (сумма диагональных элементов), считая, что такая матрица одна.

8 Даны натуральное число p и вещественные квадратные матрицы A, B и C – 4-го порядка. Получить $(ABC)^p$.

9 Даны вещественные матрицы A, B и C размером 10×20 . Вычислить величину $\frac{\|A\| + \|B\| + \|C\|}{\|A + B + C\|}$, где $\|D\| = \max_j |D_{1,j}| + \max_j |D_{2,j}| + \dots + \max_j |D_{10,j}|$.

10 Вычислить $z = \frac{x_1 + y_1}{x_2 + y_2}$, где x_1 и x_2 – корни уравнения $2x^2 + x - 4 = 0$, y_1 и y_2 – корни уравнения $ay^2 + 2y - 1 = 0$. Все корни действительные.

11 Составить программу для вычисления $c = \frac{n!}{m!(n-m)!}$, используя в качестве

подпрограммы функцию $n! = \begin{cases} 0, & \text{если } n < 0, \\ 1, & \text{если } n = 0, \\ n!, & \text{если } n > 0. \end{cases}$

12 Заданы длины трех сторон треугольника ABC . Рассчитать углы треугольника и вывести на печать длины сторон и значения углов. Расчет значений углов выполнить с использованием теоремы косинусов.

13 Даны натуральные числа n, m , целые числа

$a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m, c_1, c_2, \dots, c_{30}$.

Получить $l = \begin{cases} \min(b_1, \dots, b_m) + \min(c_1, \dots, c_{30}), & \text{при } |\min(a_1, \dots, a_n)| > 10; \\ 1 + \max(c_1, \dots, c_{30})^2, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

14 Даны натуральные числа k, l, m , действительные числа $x_1, x_2, \dots, x_k, y_1, y_2, \dots, y_l, z_1, z_2, \dots, z_m$. Получить

$$t = \begin{cases} \max(y_1, \dots, y_l) + \max(z_1, \dots, z_m), & \text{при } \min(x_1, \dots, x_k) \geq 0; \\ 1 + (\max(x_1, \dots, x_k))^2, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

15 Даны действительные числа s, t . Получить

$$h(s, t) + \max(h^2(s - t, st), h^4(s - t, s + t)) + h(1, 1), \text{ где } h(a, b) = \frac{a}{1 + b^2} + \frac{b}{1 + a^2}(a - b)^2.$$

16 Даны действительные числа $s, t, a_0, a_1, \dots, a_{12}$. Получить $p(1) - p(t) + p^2(s - t) - p^2(1)$, где $p(x) = a_{12} \cdot x^{12} + a_{11} \cdot x^{11} + \dots + a_0$.

17. Опишите рекурсивную функцию STEP(x, n), которая вычисляет величину x^n , где x – действительное число, а n – целое.

Контрольные вопросы

1 Назовите отличительные особенности процедуры от функции.

2 Может ли функция иметь два результата?

3. Верно ли, что при обращении к процедуре на место входных формальных параметров подставляются значения соответствующих фактических параметров?

4 Можно ли при обращении к процедуре, имеющей входной формальный параметр, задать в качестве соответствующего фактического параметра некоторую переменную?

5 В программе описана процедура P с формальными параметрами x, y и процедура Q с формальными параметрами s, t . Среди операторов программы встречаются операторы программы вызова процедур P (1, a) и Q (b, d+f). 6. Какие из формальных параметров процедур P и Q заведомо являются входными параметрами?

7 Пусть процедура имеет входной формальный параметр. Сколько раз и в какие моменты будет вычисляться значение соответствующего фактического параметра?

8 Процедура описана следующим образом:

```
PROCEDURE F(VAR x, y: integer);
    begin      x:=y;      end;
```

Допустимо ли обращение к процедуре в виде F(a, b-1)?

9 Если в программе и в процедуре описана одна и та же переменная, то какое из этих описаний имеет силу в процедуре?

10 Какие из следующих описаний процедур без параметров, соответственно, правильные, а какие – нет и почему?

```
PROCEDURE dis;
```

```
d:=Sqr(b)-4*a*c;
```

```
PROCEDURE dis;
```

```
VAR d:real;
```

```
d:=sqr(b)-4*a*c;
```

```

PROCEDURE dis;
BEGIN    d:=sqr(b)-4*a*c    end;
11 Что будет напечатано следующей программой?
PROGRAM print;
    VAR a, b, c, d: integer;
PROCEDURE P(var b: integer; c: integer);
    VAR d: integer;
BEGIN
    a:=5; b:=6; c:=7; d:=8;
        WRITELN (a,b,c,d)
    END;
BEGIN
    a:=1; b:=2; c:=3; d:=4;
    P(a,b);
    WRITELN (a,b,c,d)
    END.

```

Библиографический список

- 1 Фаронов В., Turbo Pascal – наиболее полное руководство / В. Фаронов. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. –1054 с.
- 2 Попов В., Паскаль и Дельфи. Самоучитель / В. Попов. – Санкт-Петербург : Питер, 2004. – 543 с.
- 3 Алексеев Е. – Турбо Паскаль 7.0. NT Press / Е. Алексеев, О. Чеснокова, В. Павлыш, Л. Славинская. – Москва, 2006. – 265 с.
- 4 Демидов Д., Основы программирования в примерах на языке Паскаль/ Д. Демидов Москва: НИЯУ МИФИ, 2010.
- 5 Окулов С., Программирование в алгоритмах / С. Окулов. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2007.
- 6 Павловская Т., Паскаль. Программирование на языке высокого уровня. Практикум / Т. Павловская. – Санкт-Петербург : Питер, 2006.
- 7 Кулик Г. Информатика в задачах : учеб. Пособие / Г. Кулик, Л. Ямщикова. – Курган, 2005.

Содержание

Введение	3
Подпрограмма-процедура.....	3
Подпрограмма-функция	5
Примеры решения задач с использованием подпрограммы-процедуры	5
Примеры решения задач с использованием подпрограммы-функции	16
Варианты заданий.....	20
Задания для самостоятельной работы	23
Контрольные вопросы	25
Библиографический список	26

Соколова Наталья Николаевна

Процедуры и функции в Паскаль

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов очной формы обучения направлений подготовки
13.03.01, 15.03.01, 15.03.04, 15.03.05, 20.03.01, 23.03.01, 23.03.02, 23.03.03,
23.05.01, 23.05.02, 27.03.01, 27.03.04, 39.03.01, 39.03.02, 40.03.01

Редактор Л. П. Чукомина

.....
Подписано в печать 18.10.19

Формат 60x84 1/16

Бумага 65 г/м²

Печать цифровая

Усл. печ. л. 1,75

Уч. – изд. л. 1,75

Заказ 150

Тираж 25

Не для продажи

.....
БИЦ Курганского государственного университета.

640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.

Курганский государственный университет.