

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Теория механизмов и машин»

ИНФОРМАТИКА

Учебно-методическое пособие
к лабораторным работам
для студентов машиностроительных специальностей

В 4 частях

Часть 3

Минск 2004

УДК 681.3(075.4)
ББК 32.081
И 74

Авторы:

П.П. Анципорович, О.И. Алейникова, Т.И. Булгак, Н.Я. Луцко

Рецензенты:

И.А. Каштальян, В.И. Туромша

Анципорович П.П.

И 74 Информатика: Учебно-метод. пособие к лабораторным работам
для студ. машиностроит. спец. В 4 ч. Ч 3 / П.П. Анципорович,
О.И. Алейникова, Т.И. Булгак, Н.Я.Луцко. – Мн.: БНТУ, 2003. – с.

ISBN 985-479-110-6.

Учебно-методическое пособие представляет собой практикум по курсу “Информатика”, и предназначено для студентов машиностроительного профиля. Практикум состоит из 4 частей. Часть 3 посвящена программированию задач на языке Паскаль.

Часть 1 настоящего пособия вышла в свет в 2003 г., часть 2 – в 2004 г.

УДК 681.3(075.4)
ББК 32.081

ISBN 985-479-110-6 ©
ISBN 985-479-054-1

Анципорович П.П., Алейникова О.И.,
Булгак Т.И., Луцко Н.Я., 2004

3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ПАСКАЛЬ

Лабораторная работа № 3.1

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЯЗЫКА ПАСКАЛЬ

Цель работы: изучить основные элементы языка Паскаль.

Теоретические сведения

Алфавит. Алфавит языка Паскаль состоит из букв, цифр и специальных символов.

В качестве букв используются прописные и строчные буквы латинского алфавита:

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

и знак подчеркивания “_”.

В качестве цифр – 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

Специальные символы:

+ плюс	{ } фигурные скобки
– минус	. точка
* звездочка	, запятая
/ дробная черта	: двоеточие
= равно	; точка с запятой
> больше	' апостроф
< меньше	№ номер
[] квадратные скобки	\$ знак денежной единицы
() круглые скобки	пробел (не имеет обозначения).

Данные. При решении любой задачи выполняются операции над данными. Данные являются либо константами, либо переменными.

Константы – данные, значения которых известны заранее и в процессе выполнения программы не изменяются.

Переменные – данные, которые могут менять свои значения в процессе выполнения программы.

Каждая переменная и константа принадлежат определенному типу данных, который задает множество значений, принимаемых объектами программы. Данные каждого типа занимают соответ-

ствующий объем оперативной памяти ПЭВМ. Наиболее широко используются следующие типы.

Целочисленный тип – целые числа, записываемые в виде:

$$s a_1 \dots a_n ,$$

где s – знак;

$a_1 \dots a_n$ – цифры.

Например,

465,

-95,

16471 .

Разновидности целочисленных типов приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Название	Тип	Диапазон допустимых значений	Занимаемая память
Короткое целое	shortint	-128...127	1
Байт	byte	0...255	1
Целое	integer	-32768...32767	2
Слово	word	0...65535	2
Длинное целое	longint	$-2 \cdot 10^9 \dots 2 \cdot 10^9$	4

Наиболее часто используется тип integer.

Вещественный тип – вещественные числа, которые записываются в двух формах: с фиксированной точкой и в экспоненциальной форме.

Вещественные числа с фиксированной точкой имеют вид

$$s a_1 \dots a_n . b_1 \dots b_c ,$$

где s – знак;

$a_1 \dots a_n$ – цифры целой части числа;

$b_1 \dots b_c$ – цифры дробной части числа.

Например,

4.75,

-361.7564,

37465.98709 .

Вещественные числа в экспоненциальной форме записываются в виде

$$k_1 E k_2 ,$$

где k_1 – вещественная константа с фиксированной точкой, называемая мантиссой;

k_2 – целая константа, содержащая не более двух цифр, называемая порядком.

$$k_1 E k_2 \text{ означает } k_1 \cdot 10^{k_2} .$$

Например,

$$5.3E+4 \text{ соответствует } 5,3 \cdot 10^4 ,$$

$$-1.5E17 - -1,5 \cdot 10^{17} ,$$

$$2.8675E-03 - 2,8675 \cdot 10^{-3} .$$

Разновидности вещественных типов данных представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Название	Тип	Диапазон допустимых значений	Занимаемая память
Вещественный	real	$10^{-38} \dots 10^{38}$	6
С одномерной точностью	single	$10^{-32} \dots 10^{32}$	4
С двойной точностью	double	$10^{-308} \dots 10^{308}$	8
С повышенной точностью	extended	$10^{-4931} \dots 10^{4931}$	10
Сложный	comp	$-9 \cdot 10^{18} \dots 9 \cdot 10^{18}$	8

Наиболее часто используется тип real.

Идентификаторы. Идентификаторы применяются для обозначения данных в программе.

Правила написания идентификаторов:

- 1) идентификатор начинается только с буквы или знака подчеркивания;
- 2) идентификатор может состоять из букв, цифр и знака подчеркивания (другие символы недопустимы);
- 3) идентификатор не может содержать пробел;

- 4) максимальная длина идентификатора 126 символов без пробелов;
 5) желательно, чтобы запись идентификатора отображала смысл данного в формуле (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Физическое наименование	Обозначение в формуле	Идентификатор
Масса	m	<code>m, mas, massa</code>
Перемещение	S	<code>s, sr, s_r</code>
Скорость от времени	$V(t)$	<code>v_t, vt</code>
Угол	φ	<code>Fi</code>

Стандартные функции. Для вычисления некоторых, наиболее часто встречающихся математических функций в языке Паскаль используются встроенные функции (табл. 3.4). Для обращения к ним необходимо указать имя функции и в круглых скобках аргумент.

Таблица 3.4

Функция	Назначение
<code>Abs(x)</code>	Вычисление абсолютного значения x
<code>Sqr(x)</code>	Вычисление квадрата x
<code>Sqrt(x)</code>	Вычисление квадратного корня из x
<code>Sin(x)</code>	Вычисление синуса x
<code>Cos(x)</code>	Вычисление косинуса x
<code>Arctan(x)</code>	Вычисление арктангенса x
<code>Exp(x)</code>	Вычисление экспоненты x (e^x)
<code>Ln(x)</code>	Вычисление натурального логарифма x ($\ln x$)
<code>Trunc(x)</code>	Вычисление целой части x
<code>Round(x)</code>	Округление x в сторону ближайшего целого
<code>Odd(x)</code>	<i>True</i> , если x нечетное; <i>false</i> , если x четное

Из таблицы видно, что в Паскале определены только три тригонометрические функции. Они используются при вычислении других функций. Например,

$$\operatorname{tg} x = \frac{\sin x}{\cos x},$$

$$\operatorname{arcsin} x = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x}{1-x^2}}, \quad \operatorname{arccos} x = \frac{\pi}{2} - \sqrt{\frac{x}{1-x^2}}.$$

Для возведения в степень используется выражение

$$a^x = e^{x \ln a}.$$

Примеры обращений к стандартным функциям приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Математическое выражение	Запись на Паскале
$\sin x$	<code>sin (x)</code>
e^x	<code>exp (x)</code>
$ x - 1 $	<code>abs (x-1)</code>

Арифметические выражения задают действия над данными и состоят из операндов (констант, переменных, обращений к функциям), круглых скобок и знаков операций.

В табл. 3.6 приведены простейшие арифметические операции.

Таблица 3.6

Операция	Обозначение	Выражение	Тип операндов	Тип результата
1	2	3	4	5
Сложение	+	$a + b$	real	real
			integer	integer
			real, integer	real

Окончание табл. 3.6

1	2	3	4	5
Вычитание	-	$a - b$	real	real
			integer	integer
			real, integer	real
Умножение	*	$a * b$	real	real
			integer	integer
			real, integer	real
Деление	/	a / b	real	real
			integer	real
			real, integer	real
Целочислен- ное деление	div	$a \text{ div } b$	integer	integer
			integer	integer
			integer	integer
Остаток от деления	mod	$a \text{ mod } b$	integer	integer

Арифметические выражения выполняются слева направо в соответствии с приоритетом операций (в порядке убывания):

- а) обращение к функциям;
- б) деление и умножение;
- в) сложение и вычитание.

Для изменения приоритета операций применяют круглые скобки (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Арифметическое выражение	Запись на Паскале
$\frac{x+y}{a+2b}$	$(x+y) / (a+2*b)$
$\text{tg}(x^2 + \sqrt[3]{y})$	$\sin(x*x+\exp(1/3*\ln(y))) / \cos(x*x+\exp(1/3*\ln(y)))$

Оператор присваивания предписывает вычислить выражение, заданное в его правой части, и присвоить результат переменной, идентификатор которой расположен в левой части, и имеет вид $\langle \text{идентификатор} \rangle := \langle \text{выражение} \rangle ;$.

Примеры:

X1 := 2;

X := a + b;

X_t := Sqrt(y) + a / (b + 2);

Контрольные вопросы

1. Какие символы используются в алфавите языка Паскаль?
2. Перечислите основные типы данных.
3. Назовите правила написания идентификаторов.
4. Приведите примеры стандартных функций.
5. Перечислите принципы построения и вычисления арифметических операторов.
6. Принципы работы оператора присваивания.

Задания для выполнения

1. Для заданного варианта записать на языке Паскаль:

Константы:

– целые, заданные в п. 1, а);

– вещественные с фиксированной точкой, заданные в п. 1, б);

– вещественные в экспоненциальной форме, заданные в п. 1, в).

2. Идентификаторы для переменных, заданных в п. 2.

3. Арифметические выражения, заданные в п. 3.

4. Операторы присваивания, заданные в п. 4.

Вариант 1

1. а) $40 - 4 \cdot 5 \cdot 10^2 - 2700$;

б) $-17,25 \cdot 63,7 - 0,48 \cdot 10^4 \cdot 5,2 \cdot 10^{-2}$;

в) $10,57 \cdot 10^5 \cdot 584,5 \cdot 0,0004 \cdot 94,75 \cdot 10^{-10}$.

2. $f_x, v_y, \delta, t, v(x), v(y), D, \alpha_1$.

3. а) $\sqrt{a_0 + a_1 x + 2x^{3a} + a_2 \sqrt{x}}$;

б) $\frac{\ln|x^2 - 1| + \operatorname{tg} \alpha - e^{\omega}}{a^2 + \sqrt{ab}}$.

4. а) $x = \frac{a\sqrt{\sin(\omega t + \varepsilon)} - e^{-\alpha t}}{\sqrt{\ln(2k + d) + d^{3k}}}$;

$$\text{б) } y = \frac{(\operatorname{arctg} x^3 + \cos \sqrt{x})^2}{e^x \ln |2,4x^3|}.$$

Вариант 2

1. а) $-649 \quad -74 \quad 3 \cdot 10^5 \quad 7589$;
 б) $-5,25 \quad -45,89 \quad -0,8038 \cdot 10^{-6} \quad -34,78 \cdot 10^3$;
 в) $174,043 \cdot 10^6 \quad 0,0002 \quad 276,4 \quad 0,345 \cdot 10^{-8}$.
2. $\gamma, \quad q_1, \quad i(\alpha), \quad z_3, \quad Fxy, \quad Fyz, \quad Rd, \quad \omega_1$.

$$3. \text{ а) } \frac{\ln |a^3| + \operatorname{arctg} x^2}{x^2 + x^3} + \frac{\pi}{\sqrt{|a+x|}};$$

$$\text{б) } \frac{18ax^2 + \sqrt[3]{y^2} + \sin \frac{\alpha}{2}}{e^{\sqrt{x-1}} + 1}.$$

$$4. \text{ а) } x = \frac{a\sqrt{\cos(x^2 + \varepsilon)} - e^{\alpha t}}{\sqrt{\ln(k+4d) + d^k + 1}};$$

$$\text{б) } r = \frac{(\sin x^3 + \cos \sqrt{2x+1})^2}{e^{x+1} + \ln |x^2 + 6|}.$$

Вариант 3

1. а) $41 \quad -365 \quad 276 \quad 78 \cdot 10^2$;
 б) $0,496 \quad -64,89306 \quad 0,0038 \cdot 10^4 \quad -8,403 \cdot 10^{-4}$;
 в) $-53,121 \cdot 10^2 \quad 0,00054 \quad -223,005 \quad 0,005 \cdot 10^{-4}$.
2. $\omega, \quad a_{12}, \quad x, \quad y_3, \quad t(x), \quad Ft(y), \quad \alpha_5, \quad \alpha_{12}$.

$$3. \text{ а) } \frac{5a^{4x}}{abc} - \sqrt{|\cos x|};$$

$$\text{б) } 2b^3 + \sin(a+b) - e^{2x} - \operatorname{tg}(\sqrt{\sin(x+1)}).$$

$$4. \text{ a) } y = \frac{\pi x^2 - a^3 n + 1}{b + a \sin(\omega t + \varepsilon)};$$

$$\text{б) } z = \frac{a + b}{e^{x+1} + \sin x} + \frac{16e^{3x} \ln x^2}{x + y}.$$

Вариант 4

$$1. \text{ a) } 115 \quad 60 \quad -710 \quad 12 \cdot 10^4;$$

$$\text{б) } 65,6 \quad -0,006 \quad 1,0333 \cdot 10^6 \quad -56,3 \cdot 10^{-6};$$

$$\text{в) } -5,001 \cdot 10^2 \quad 0,01 \quad -13,535 \quad 0,0023 \cdot 10^{-5}.$$

$$2. \pi, b, n_1, \delta_3, \nu(t), R(y), \varphi_3, \lambda_2.$$

$$3. \text{ a) } \frac{|x-y|}{(1+2x)^{3a}} - e^{\sqrt{1+\omega}} + \frac{abc}{xyz};$$

$$\text{б) } \frac{x+y+z}{e^{ax+b}} + \sqrt{|\sin^2 x + \cos(y-1)|}.$$

$$4. \text{ a) } z = ay^5 + b \cos|y| + \operatorname{arctg} y^x;$$

$$\text{б) } z = \frac{3x^3 + 25e^{2x}}{x + \sqrt{ax^3 + 2}} + \operatorname{tg} \frac{x+y}{ab}.$$

Вариант 5

$$1. \text{ a) } 377 \quad -13000 \quad 261 \quad -23 \cdot 10^3;$$

$$\text{б) } 0,572 \quad -0,316 \quad -0,0038 \cdot 10^6 \quad 6,73 \cdot 10^{-5};$$

$$\text{в) } -16,2 \cdot 10^4 \quad -0,074 \quad 3,065 \quad 43,5 \cdot 10^{-3}.$$

$$2. \omega_1, \varphi, m(x), a_{32}, t(y), F(y), R\alpha, \mu.$$

$$3. \text{ a) } |\sin a| \cdot \cos \frac{\varphi}{2} + \sqrt{a^2 + b^2} + \operatorname{tg} \frac{a}{1+a};$$

$$\text{б) } 2 \frac{x+y+z}{2a+1} - \sin x^2 + e^{2x}.$$

$$4. \text{ a) } y = a + \frac{bx}{7,5 - bx^3} + \frac{x^3(b-1)}{\ln|x^3 - 6|};$$

$$\text{б) } z = a^3 x^5 + b \sin x - \frac{x^2}{x + e^x}.$$

Вариант 6

1. а) $4 - 652 \quad 76 \quad 44 \cdot 10^3$;
 б) $3,6 - 4,306 \quad 0,005 \cdot 10^5 - 60,03 \cdot 10^{-2}$;
 в) $-223,17 \cdot 10^5 \quad 77,54 - 2,0907 \quad 98,5 \cdot 10^{-2}$.

2. $\eta, h_2, t, t(x), t(y), v_5, \alpha_2, Ty$.

3. а) $\frac{a^x + \sqrt{b} + \ln|x+1| + \sqrt[3]{x}}{abc}$;

б) $b^2 + \operatorname{tg}(a+b) + e^{2x} + \frac{\sqrt[3]{x^2}}{x+1}$.

4. а) $y = 1 + \frac{\pi x^2 - a^{2+a}}{xy + \sin(t + \varepsilon)}$;

б) $z = \frac{\operatorname{arctg} a + b}{1 + \sin x} - \frac{e^{3x} - 2}{xy + 1}$.

Вариант 7

1. а) $-5 - 702 \quad 91 - 145 \cdot 10^2$;
 б) $3,48 - 9,12 \quad 1,5 \cdot 10^3 - 3,85 \cdot 10^2$;
 в) $0,137 \cdot 10^{12} - 3,064 \cdot 10^{-5} \quad 0,000642 \quad 2,83 \cdot 10^2$.

2. $a_2, z, \omega_x, S(t), v(x, y), x_y, P_{xy}, \beta(\alpha, x)$.

3. а) $\sqrt[5]{\frac{a+b}{c+d}} + e^{\sqrt{x-1}}$;

б) $\frac{\sin \alpha + \operatorname{tg}(x+1)}{\omega + e^{\alpha x}}$.

4. а) $z = 2 \sin x^2 + \frac{b^a}{\sqrt{|b-a|} + \cos(t)}$;

$$\text{б) } y = e^{\sqrt{|2x|}} - \frac{\sin \beta + 2,5}{xy^2 + 1}.$$

Вариант 8

1. а) $23 \quad -85 \quad 126 \quad 132 \cdot 10^4$;
 б) $1,965 \quad -4,06 \quad -0,003 \cdot 10^2 \quad 23,43 \cdot 10^{-2}$;
 в) $-3,2 \cdot 10^3 \quad -0,0005 \quad 387,061 \quad 0,007 \cdot 10^{-3}$.
2. $\omega, \quad n_2, \quad \beta_x, \quad t_v, \quad x(x, y), \quad T(y), \quad \rho_1, \quad f_2$.
3. а) $\frac{a+1}{a-bc} + \sqrt{\cos x + 1} - e^{2x}$;
 б) $\frac{ab + x^{a+b}}{xy} - \arctg(x^2 + y^3)$.
4. а) $y = \frac{x^2 + \ln|\cos x - 1|}{ab + \sin x}$;
 б) $z = \frac{abx}{e^{xy} + \sin x} + \sqrt{xr + t}$.

Вариант 9

1. а) $43 \quad -65 \quad 976 \quad 3 \cdot 10^3$;
 б) $10,496 \quad -4,893 \quad 0,0038 \cdot 10^4 \quad -52,403 \cdot 10^{-2}$;
 в) $-5,11 \cdot 10^4 \quad 0,0004 \quad -23,54 \quad 0,0045 \cdot 10^{-2}$.
2. $\tau, \quad a_2, \quad tx, \quad h_3, \quad i(x), \quad t(y, t), \quad \delta_5, \quad \alpha_2$.
3. а) $\frac{a^x + 1}{a + b + c} - \sin \sqrt{|x - 5|}$;
 б) $b^2 + \sin x - e^{2x+1} - \arctg \frac{x}{x+y}$.
4. а) $y = \left(\sqrt{\frac{ax+b}{c+dx}} + \text{tg } z^2 \right)^2 - e^{2x}$;

$$\text{б) } z = \frac{ab+1}{\sin x} + \frac{k}{xa^2+by} + \sin \frac{f}{x}.$$

Вариант 10

1. а) $47 - 35 \cdot 6 \cdot 64 \cdot 10^4$;
 б) $55,46 - 4,806 \cdot 0,03 \cdot 10^2 - 3,43 \cdot 10^{-4}$;
 в) $-5,1 \cdot 10^3 \cdot 0,054 - 82,005 \cdot 0,005 \cdot 10^{-4}$.
2. ω , k_{12} , $R(x)$, η_3 , $vt(x)$, $F(y)$, αh , α_2 .
3. а) $\sqrt{|a-4y|} + \operatorname{tg} \frac{ab}{1+e^a}$;
 б) $\ln b^3 + \cos(2a+b) - e^{2x}$.
4. а) $y = \frac{a}{\sin y + \cos r} + \frac{s+x}{sxy}$;
 б) $z = \frac{\operatorname{arctg} \sqrt{\frac{a}{b+c}} + \operatorname{tg} x}{e^{x+1} + x^{2a}}$.

Лабораторная работа № 3.2

ВВОД-ВЫВОД ДАННЫХ

Цель работы: изучение структуры и правил записи программ на языке Турбо-Паскаль, овладение приемами программирования ввода-вывода данных, приобретение начальных навыков работы в системе Турбо-Паскаль.

Теоретические сведения

Программа – последовательность описаний и действий, приводящих к решению некоторой задачи. Описание данных предшествует реализации действий. Действия представляются операторами языка. Оператор программы может располагаться в одной или нескольких строках (разрыв осуществляется по пробелам, знакам операций). Одна строка может содержать один и более операторов. Признаком конца оператора является точка с запятой (;).

Простейшая программа на языке Паскаль имеет вид

```

PROGRAM <имя>; {фамилия, группа студента}
                {заглавие программы, где <имя> – иденти-
фикатор}
USES CRT; {подсоединение стандартного набора процедур (мо-
дуля)}
VAR            {раздел описания переменных}
  <P1>, <P2>, <P3>:<тип 1>;
  <P4>:<тип 2>;
  <P5>, <P6>:<тип 3>;
  {описываются все переменные <P1>, <P2>, <P3>, ..., <P6>, ис-
пользуемые в программе с указанием типов <тип 1>, <тип 2>, <тип 3>,
являющихся в простейшем случае стандартными: integer, real,
boolean, char и т.д.}
BEGIN        {начало раздела операторов}
  ClrScr;
  <оператор 1>;
  <оператор 2>;
  <оператор 3>;
  ...
  <оператор n>;
  Repeat until keypressed {программируется задержка экрана}
                        {для анализа результатов}
  {для возврата на экран текста программы достаточно нажать лю-
бую клавишу}
END. {конец раздела операторов и программы}

```

Операторы вывода. Используются для вывода текстовой информации и значений переменных. В языке Паскаль имеют вид

Write(c_1, c_2, \dots, c_n); – осуществляет вывод данных и оставляет курсор на этой же строке;

Writeln(c_1, c_2, \dots, c_n); – вывод данных и перевод курсора на следующую строку;

Writeln; – осуществляет перевод курсора на следующую строку или пропуск строки.

В операторах вывода c_1, c_2, \dots, c_n – список вывода, который может состоять из :

- 1) имен переменных, значения которых будут выводиться;

- 2) числовых, символьных или строковых констант;
- 3) арифметических или логических выражений (значение выражения вычисляется и выводится).

Для читаемости результатов используется форматный вывод. В данном случае пользователь указывает количество позиций, отводимых под размещение значения объекта списка вывода.

При выводе *целых, символьных и строковых данных* формат задается в виде

```
Write(c1:p1, c2:p2, ...);
Writeln(c1:p1, c2:p2, ...); ,
```

где p_i – количество позиций, отводимых пользователем.

Пример. Даны два целых числа: $i = 5$ и $j = -32$.

При записи

```
writeln(i, j);
writeln(i:3, j:5);
```

получим на экране $5 - 32$.

При выводе *вещественных данных* –

```
Write(ci:pi:qi, ...);
Writeln(ci:pi:qi,...); ,
```

где p_i – количество позиций, отводимых под все число;

q_i – количество позиций, отводимых под дробную часть.

Пример. Даны два вещественных числа: $a = -12,23$ и $b = 0,5$.

При записи

```
Write(a:7:3, b:5:2);
```

на экране получим $-12.230 0.50$.

Вывод числовых значений должен сопровождаться пояснительным текстом.

Пример.

```
Writeln('Значения a =', a:7:3, ' и b =', b:4:2);
```

На экране получим:

```
Значения a = -12.230 и b = 0.50 .
```

Операторы ввода. Используются для задания значений переменным, которые являются исходными данными решаемой задачи. В языке Паскаль имеют вид

```
Read(c1, c2, ..., cn);
Readln(c1, c2, ..., cn); ,
```

где c_1, c_2, \dots, c_n – список ввода, состоящий из имен переменных.

Процесс ввода осуществляется на этапе выполнения программы. Числовые значения переменных набираются с клавиатуры в соответствии с порядком следования и типом переменных в списке ввода. Значения вещественных переменных представляются в виде констант с фиксированной или плавающей точкой. Если список ввода содержит имена нескольких переменных, то *соответствующие им константы разделяются пробелами*.

После набора всех констант для одного оператора ввода необходимо нажать клавишу \downarrow ("Ввод", Enter).

Перед вводом данных необходимо вывести на экран приглашение к вводу, используя оператор вывода.

Пример.

```
Write('введите a=');  
Readln(a); .
```

Пример. Тело массой $m = 12$ кг движется со скоростью $v = 2,7$ м/с. Требуется организовать ввод–вывод информации в виде

```
Данные для расчета  
{пустая строка}  
Введите массу m = 12  
          скорость v = 2.7  
Масса m = 12.0 кг  
Скорость v = 2.7 м/с  
{пустая строка}  
Стандартный формат  
v = 2.700000000E + 00    m = 1.200000000E + 01
```

Схема алгоритма решения задачи



Текст программы на языке Паскаль

```
Program lr5_408; {103408 User14 Иванов И.И.}
  Uses crt;
  Var
    m,v:real;
  begin
  ClrScr;          {очистка экрана}
    writeln(' ':15,'Данные для расчета');
    writeln;
    write(' ':5,'Введите массу m=');readln(m);
    write(' ':13,'скорость v =');readln(v);
    writeln(' ':5,'Масса m =',m:4:1,'кг');
    writeln(' ':5,'Скорость v =',v:3:1,'м/с');
    writeln;
    writeln(' ':15,'Стандартный формат');
    writeln(' ':5,'v =',v,' m =',m);
    repeat until keypressed
  end.
```

Контрольные вопросы

1. Запишите операторы ввода.
2. Запишите операторы вывода.

Что получим на экране при выполнении оператора
`writeln('x=',x:6:2,'y=',y:7:3);` , если $x = -4,21$,
 $y = 56,23$?

Задания для выполнения

Вариант 1

Определить площадь n равных трапеций по формуле $S = n \frac{a+b}{2} h$.

Значения высоты $h = 20$ мм, длины нижнего основания $a = 121,25$ мм,
длины верхнего основания $b = 60,5$ мм, $n = 5$.

Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление площади трапеций

{пустая строка}

Введите количество трапеций $n = \dots$

Введите длину нижнего основания

$A = \dots$

Введите длину верхнего основания

$B = \dots$

Введите высоту $h = \dots$

Вычисленная площадь $n = \dots$ трапеций равна $S = \dots \text{мм}^2$

{пустая строка}

Стандартный формат

$N = \dots$

$a = \dots$

$b = \dots$

$h = \dots$

Вариант 2

Вычислить объем n равных прямоугольных параллелепипедов по формуле $V = n \cdot a \cdot b \cdot c$. Значения длин сторон $a = 125$ мм, $b = 57,5$ мм, $c = 100$ мм, $n = 2$.

Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление объема параллелепипедов

{пустая строка}

Введите количество параллелепипедов $n = \dots$

Введите длины сторон:

$a = \dots$

$b = \dots$

$c = \dots$

Объем $n = \dots$ параллелепипедов $V = \dots \text{мм}^3$

{пустая строка}

Стандартный формат

$n = \dots$

$a = \dots$

$b = \dots$

$c = \dots$

Вариант 3

Вычислить площадь поверхности n равных конусов по формуле $Sk = n(\pi r l + \pi r^2)$. Значения образующей $l = 122,5$ мм, радиуса $r = 50$ мм, $n = 3$.

Результаты работы программы должны иметь вид

```
Вычисление площади поверхности конусов
{пустая строка}
Введите количество конусов n =...
Введите радиус конуса r =...
Введите образующую конуса l =...
Площадь поверхности n =... конусов Sk =...мм**2
{пустая строка}
Стандартный формат
n =...      r =...      l =...
```

Вариант 4

Вычислить площадь n равных треугольников по формуле $S = n\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$. Значения сторон $a = 125$ мм, $b = 51,25$ мм, $c = 81,2$ мм, $n = 4$.

Результаты работы программы должны иметь вид

```
Вычисление площади треугольников
{пустая строка}
Введите количество треугольников n =...
Введите стороны треугольника:
a =...
b =...
c =...
Площадь n =... треугольников S =...мм ** 2
{пустая строка}
Стандартный формат
n =...      a =...      b =...      c =...
```

Вариант 5

Вычислить площадь боковой поверхности n равных цилиндров по формуле $S = 2\pi r \cdot h \cdot n$. Значения радиуса $r = 50,2$ мм, высоты $h = 100,5$ мм, $n = 3$.

Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление боковой поверхности цилиндров

{пустая строка}

Введите количество цилиндров $n = \dots$

Введите радиус цилиндра $r = \dots$

Введите высоту цилиндра $h = \dots$

Площадь боковой поверхности $n = \dots$ цилиндров $S = \dots$ мм ** 2

{пустая строка}

Стандартный формат

$n = \dots$

$r = \dots$

$h = \dots$

Вариант 6

Вычислить амплитуду n равных колебаний по формуле $y = n \sin(a + \omega t)$. Значения угловой скорости $\omega = 12,5$ рад/с, начального угла поворота $a = 20$ рад, времени $t = 10,5$ с, $n = 3$.

Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление амплитуды колебаний

{пустая строка}

Введите количество колебаний $n = \dots$

Введите начальный угол поворота $a = \dots$

Введите значение угловой скорости $\omega = \dots$

Введите значение момента времени $t = \dots$

Значение амплитуды $n = \dots$ колебаний $y = \dots$ рад

{пустая строка}

Стандартный формат

$n = \dots$

$a = \dots$

$\omega = \dots$

$t = \dots$

Вариант 7

Определить путь, пройденный n телами, по формуле $S = n \left(v_0 t + \frac{at^2}{2} \right)$. Значения начальной скорости $v_0 = 0,5$ м/с, времени $t = 5$ с, ускорения $a = 10,2$ м/с², $n = 3$.

Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление значения пути

{пустая строка}

Введите количество тел $n = \dots$

Введите значение начальной скорости $v = \dots$

Введите значение времени $t = \dots$

Введите значение ускорения $a = \dots$

Значение пути, пройденного $n = \dots$ телами, $S = \dots$ м

{пустая строка}

Стандартный формат

$n = \dots$ $v = \dots$ $t = \dots$ $a = \dots$

Вариант 8

Определить скорость n тел по формуле $v = n(v_0 + at)$. Значения начальной скорости $v_0 = 12,5$ м/с, времени $t = 1,25$ с, ускорения $a = 10$ м/с², $n = 4$.

Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление значения скорости

{пустая строка}

Введите количество тел $n = \dots$

Введите значение начальной скорости $v_0 = \dots$

Введите значение времени $t = \dots$

Введите значение ускорения $a = \dots$

Значение скорости $n = \dots$ тел $v = \dots$ м/с

{пустая строка}

Стандартный формат

$n = \dots$
 $v = \dots$ $t = \dots$ $a = \dots$

Вариант 9

Определить длину n равных отрезков по формуле
$$L = n\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$
. Значения координат $x_1 = 34$,
 $x_2 = 52,2$, $y_1 = 15,2$, $y_2 = 25$, $n = 5$.
Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление длины отрезков
{пустая строка}
Введите количество отрезков $n = \dots$
Введите координаты
 $x_1 = \dots$
 $x_2 = \dots$
 $y_1 = \dots$
 $y_2 = \dots$
Длина $n = \dots$ отрезков $L = \dots$ мм
{пустая строка}
Стандартный формат
 $n = \dots$
 $x_1 = \dots$ $y_1 = \dots$
 $x_2 = \dots$ $y_2 = \dots$

Вариант 10

Определить периметр n равных прямоугольников по формуле
$$P = n \cdot 2(a + b)$$
. Значения сторон $a = 73,5$ мм, $b = 20$ мм, $n = 4$.
Результаты работы программы должны иметь вид

Вычисление значения периметра
{пустая строка}
Введите количество прямоугольников $n = \dots$
Введите длины сторон
 $a = \dots$
 $b = \dots$
Периметр $n = \dots$ прямоугольников $P = \dots$ мм
{пустая строка}

Стандартный формат

n = ...

a = ...

b = ...

Лабораторная работа № 3.3

ПРОГРАММИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЯЮЩИХСЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Цель работы: приобретение практических навыков составления программ для решения задач, содержащих разветвления.

Теоретические сведения

Как известно, разветвляющимся является вычислительный процесс, порядок реализации которого зависит от итогов проверки условия.

Например, вычисление значения функции

$$y = \begin{cases} x^2 - 0,5, & \text{если } x > 0; \\ x, & \text{если } x \leq 0, \end{cases}$$

требует предварительной проверки соотношения значения x с нулем.

В языке Паскаль для реализации разветвлений по условию используется оператор условного перехода **If**, который может иметь один из видов

1) полная форма оператора

If <логическое выражение>

then

<оператор 1>

else

<оператор 2> ;

2) сокращенная форма

If <логическое выражение>

then

<оператор1>; ,

где <оператор1> и <оператор2> – простые или составные операторы языка Паскаль.

Составной оператор – оператор, реализующий несколько действий, имеет вид

```

begin
  <оператор 1>;
  <оператор 2>;
  ...
  <оператор N>

```

end; .

Слова **begin** и **end** в данном случае выполняют роль операторных скобок – открывающей и закрывающей.

Порядок работы оператора условного перехода:

- 1) вычисляется значение логического выражения;
- 2) если значение логического выражения – **true** (ИСТИНА), то выполняется <оператор 1>, а затем оператор, следующий за **If**;
- 3) если значение логического выражения – **false** (ЛОЖЬ), то выполняется <оператор 2> (если он присутствует). После отработки <оператора 2> и в случае его отсутствия выполняется оператор, следующий за оператором **If**.

Замечание. Знак ";" перед **else** не ставится.

Программная реализация приведенного ранее примера имеет вид

```

If x >= 0
  then
    y: = x*x - 0.5
  else
    y: = x; .

```

При программной реализации многоусловных разветвлений целесообразно использовать группу операторов **If** сокращенной формы со взаимоисключающими условиями. Например, вычисление значения функции

$$y = \begin{cases} \sin x, & \text{если } x < -5; \\ \cos x, & \text{если } -5 \leq x \leq 0; \\ x + 2,5, & \text{если } 0 < x \leq 10; \\ \frac{1}{x}, & \text{если } x > 10, \end{cases}$$

можно представить в виде

```

If x < -5
  then

```

```

        y:=sin(x);
If (x>= -5) and (x<= 0)
    then
        y:=cos(x);
If (x>0) and (x<=10)
    then
        y:=x+2.5;
If x>10
    then
        y:=1/x; .

```

Если необходимо осуществить разветвление в зависимости от значения выражения или переменной (кроме вещественной), то используется оператор выбора **Case**. Например, если по номеру четверти N координатной плоскости требуется вывести сообщение о значениях координат точек, принадлежащих этой четверти, то программная реализация решения задачи будет иметь вид

```

Case N of
1: Writeln('значения координат x > 0 и y > 0');
2: Writeln('значения координат x < 0 и y >= 0');
3: Writeln('значения координат x < 0 и y < 0');
4: Writeln('значения координат x >= 0 и y < 0');
end; .

```

Пример. Вычислить и вывести значение момента сил сопротивления M_C , действующего на вращающееся тело, при заданных угле поворота $\varphi_{нач} \leq \varphi \leq \varphi_{кон}$ и номере закона движения k , где

$$M_C = \begin{cases} a \cdot \varphi, & \text{если } \varphi_{нач} \leq \varphi \leq \varphi_p; \\ 10 + a, & \text{если } \varphi_p < \varphi < \varphi_T; \\ \frac{a}{\varphi}, & \text{если } \varphi_T \leq \varphi \leq \varphi_{кон}, \end{cases}$$

причем $a = \begin{cases} 0,5, & \text{если } k = 1, 3; \\ 1,5, & \text{если } k = 2, 5; \\ 10,5, & \text{если } k = 4. \end{cases}$

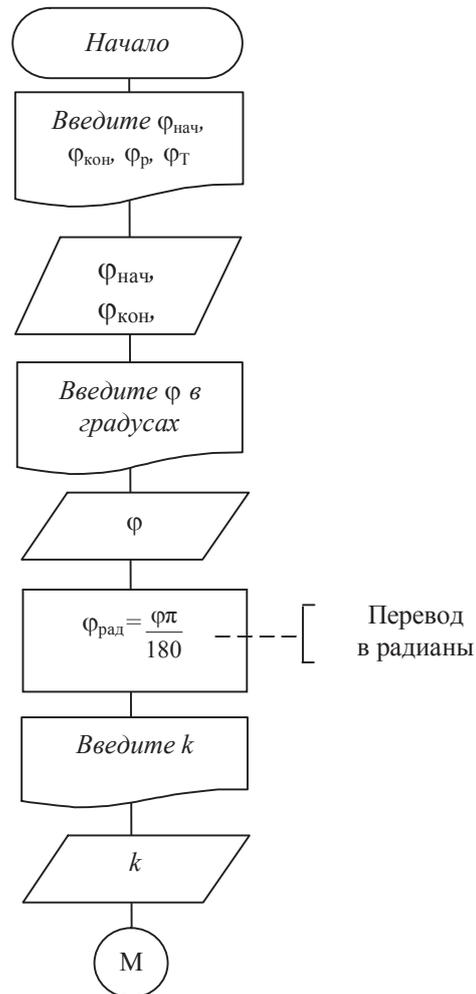
Значения $\varphi_{нач} = 0^\circ$, $\varphi_p = 60^\circ$, $\varphi_T = 270^\circ$, $\varphi_{кон} = 360^\circ$, $\varphi = 180^\circ$, $k = 3$.

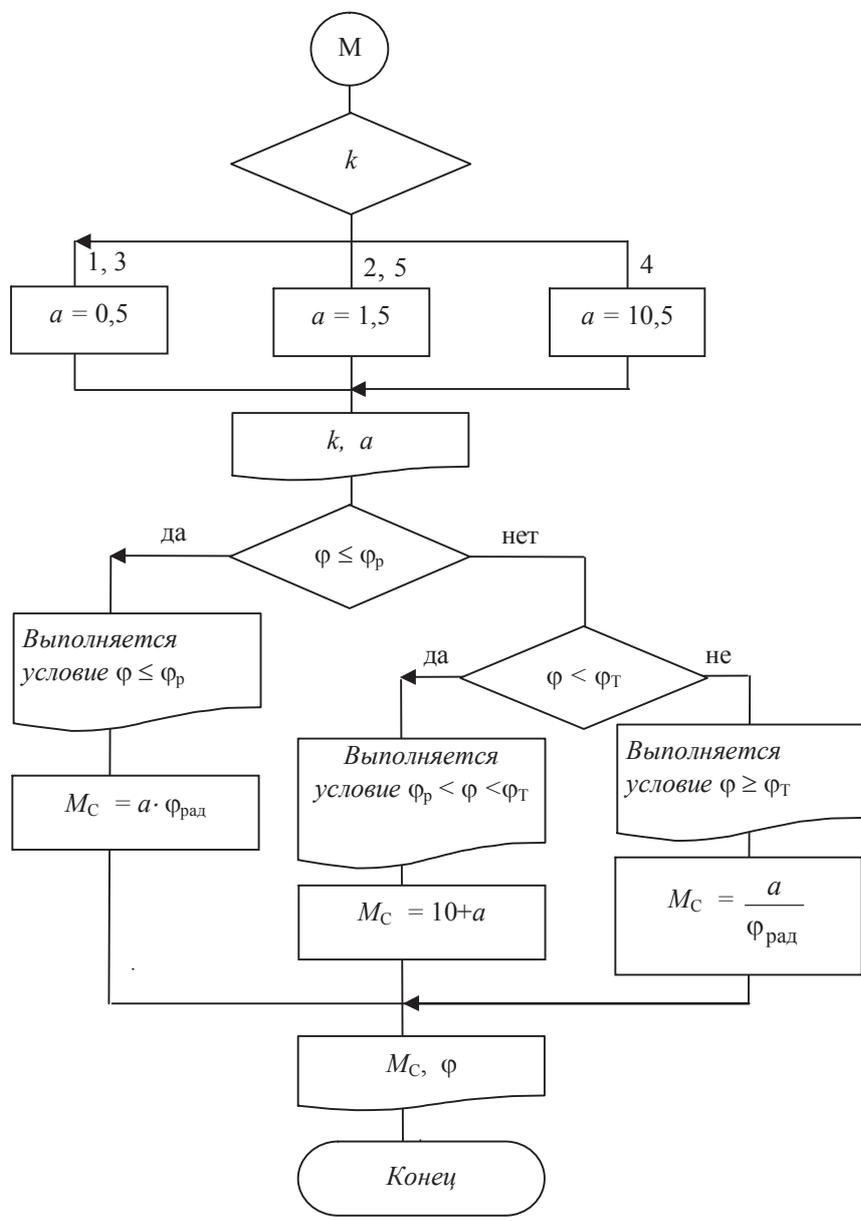
При решении задачи необходимо:

1) в зависимости от номера закона k определить значение коэффициента a ;

2) определить M_C в зависимости от значения φ .

Задачу можно решить двумя способами : с использованием полной и сокращенной формы оператора **If**. В первом случае схема алгоритма и текст программы имеют вид





```

Program lr3_3_1; {103112 User108 Сидоренко А.С.}
  Uses crt;
  Var
    fn, fr, ft, f, fk, frad, a, Mc:real;
    k:integer;
  begin
    ClrScr;
    writeln('Введите                                fn, fk, fr, ft');
    readln(fn, fk, fr, ft);
    writeln('Введите f в градусах, удовлетворяющее');
    writeln('условию ', fn:3:1, '<=f<=', fk:5:1);
    readln(f);
    frad:=f*Pi/180;
    write('Введите номер закона движения k=');
    readln(k);
    case k of
      1,3: a:=0.5;
      2,5: a:=1.5;
      4:   a:=10.5
    end;
    writeln;
    writeln('Для закона движения номер k=', k:1);
    writeln('значение коэффициента a=', a:4:1);
    if f<=fr then
      begin
        writeln(' ':6, 'Выполняется условие',
          ' f<=fr');
        Mc:=a*frad
      end
    else
      if f<ft then
        begin
          writeln(' ':6, 'Выполняется',
            ' условие fr<f<ft');
          Mc:=10+a
        end
      else
        begin
          writeln(' ':6, 'Выполняется',

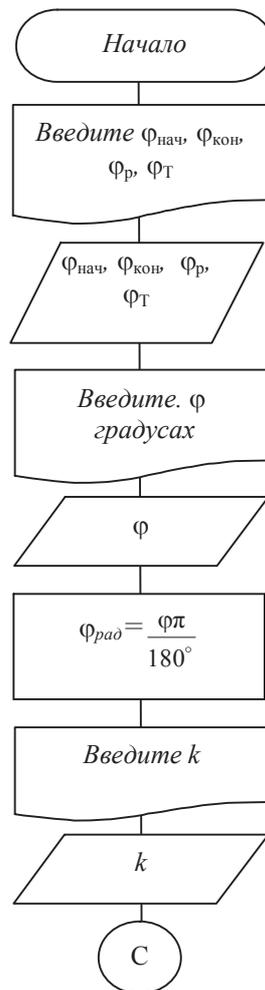
```

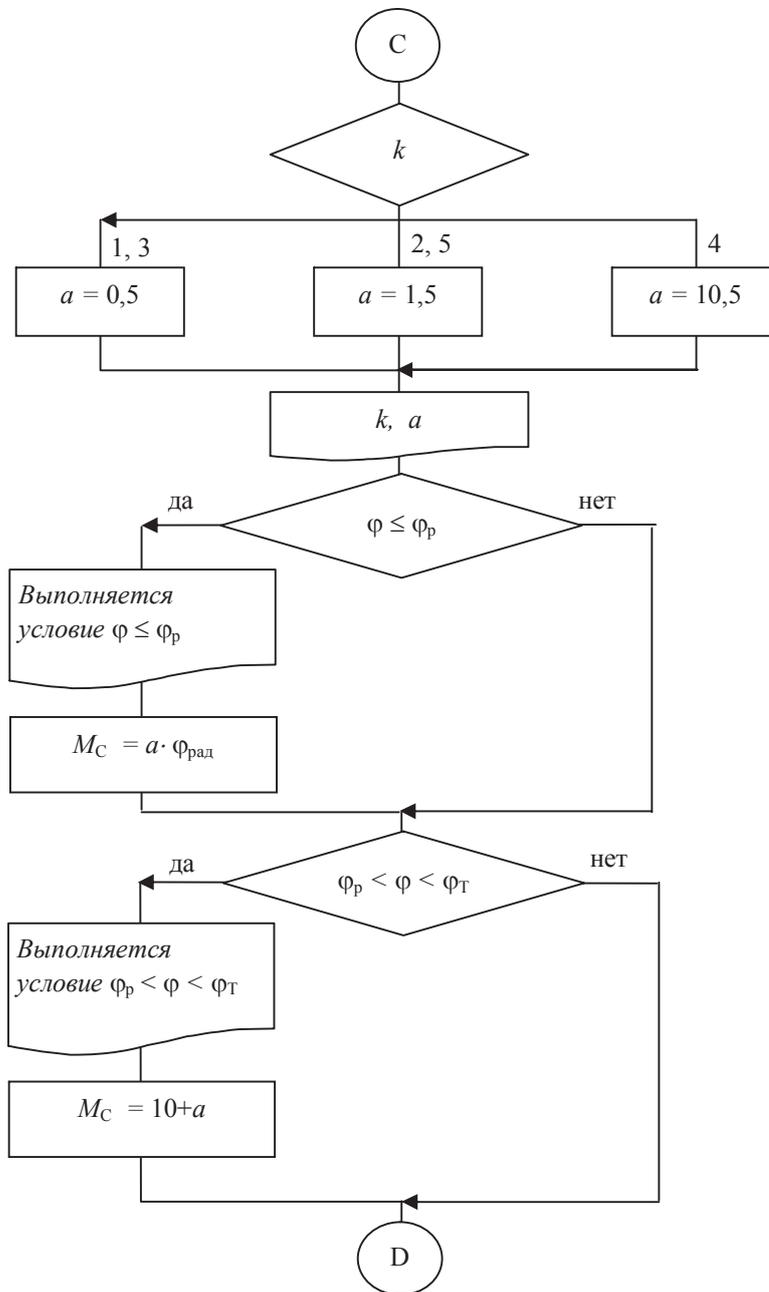
```

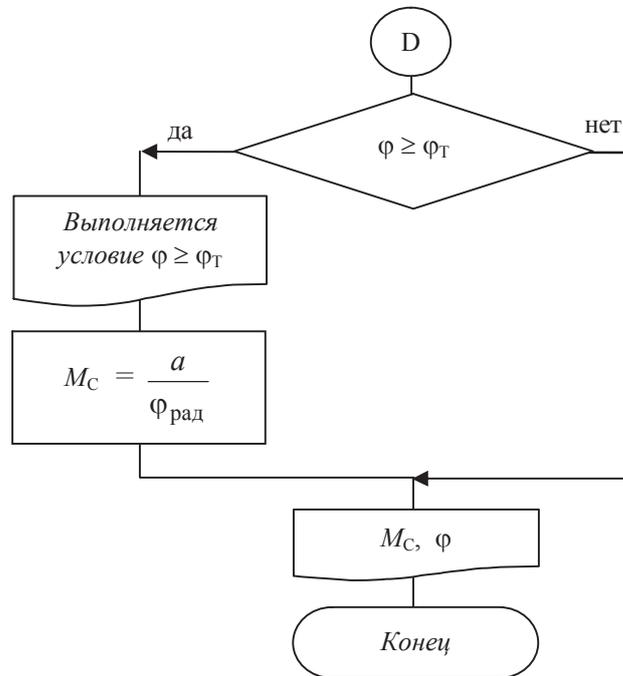
        ' условие f>=ft');
        Mc:=a/frad
        end;
writeln('Момент сил сопротивления Mc=',Mc:7:4,
        ' при f=', f:5:1);
repeat until keypressed
end.

```

Во втором случае схема алгоритма и программа выглядят так







```

Program lr3_3_2; {103172 User25 Курбан И.С.}
Uses crt;
Var
  fn, fr, ft, f, fk, frad, a, Mc: real;
  k: integer;
begin
  ClrScr;
  writeln('Введите fn, fk, fr, ft');
  readln(fn, fk, fr, ft);
  writeln('Введите f в градусах, удовлетворяю-
  щее');
  writeln('условию ', fn:3:1, '<=f<=', fk:5:1);
  readln(f);
  frad:=f*Pi/180;
  write('Введите номер закона движения k=');
  readln(k);
  case k of

```

```

1,3: a:=0.5;
2,5: a:=1.5;
4:   a:=10.5
      end;
writeln;
writeln('Для закона движения номер k=',k:1);
writeln('значение коэффициента a=',a:4:1);
if f<=fr then
  begin
    writeln(' ':6,'Выполняется условие',
            ' f<=fr');
    Mc:=a*frad
  end;
if (fr<f) and (f<ft) then
  begin
    writeln(' ':6,
            'Выполняется условие fr<f<ft');
    Mc:=10+a
  end;
if f>=ft then
  begin
    writeln(' ':6,'Выполняется условие',
            ' f>=ft');
    Mc:=a/frad
  end;
writeln('Момент сил сопротивления Mc=',Mc:7:4,
        ' при f=', f:5:1);
repeat until keypressed
end.

```

Результаты работы программ имеют вид

```

Введите fn, fk, fr, ft
0 360 60 270
Введите f в градусах, удовлетворяющее
условию 0.0<=f<=360.0
180
Введите номер закона движения k=3
Для закона движения номер k=3

```

значение коэффициента $a = 0.5$
 Выполняется условие $f_r < f < f_t$
 Момент сил сопротивления $M_c = 10.5000$ при $f = 180.0$
 В программах использованы следующие идентификаторы
 (табл. 3.8):

Т а б л и ц а 3.8

Математическое обозначение	a	$\varphi_{\text{нач}}$	φ_p	φ_t	$\varphi_{\text{кон}}$	φ	M_c	$\varphi_{\text{рад}}$
Идентификатор	a	fn	fr	ft	fk	f	mc	frad

Контрольные вопросы

1. Приведите пример использования полной формы оператора **If**.
2. Приведите пример использования сокращенной формы оператора **If**.
3. Какой оператор и в каком виде используется для организации разветвления по значению?

Задания для выполнения

Вариант 1

Вычислить и вывести значение движущей силы F_D , действующей на тело, при заданных значениях перемещения $S_{\text{нач}} \leq S \leq S_{\text{кон}}$ и номере закона движения k ,

$$\text{где } F_D = \begin{cases} d \cdot S, & \text{если } S_{\text{нач}} \leq S < S_p; \\ 5,5 + d, & \text{если } S_p \leq S < S_T; \\ d \cdot S^2, & \text{если } S_T \leq S \leq S_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } d = \begin{cases} 2,5, & \text{если } k = 1, 5; \\ 1,5, & \text{если } k = 2, 4; \\ 10,2, & \text{если } k = 3, 6. \end{cases}$$

Значения $S_{\text{нач}} = 0$, $S_p = 0,5$, $S_T = 0,9$, $S_{\text{кон}} = 1,2$, $S = 0,7$, $k = 3$.

Вариант 2

Вычислить и вывести значение скорости $v = v_0 + a \cdot t$ движущегося тела при заданных значениях времени $t_{\text{нач}} \leq t \leq t_{\text{кон}}$ и номере закона движения n ,

$$\text{где } v_0 = \begin{cases} 1,5 + k, & \text{если } t_{\text{нач}} \leq t < t_p; \\ k + t, & \text{если } t_p \leq t < t_T; \\ 2 \cdot k, & \text{если } t_T \leq t \leq t_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } k = \begin{cases} 2,5, & \text{если } n = 1, 5; \\ 1,5, & \text{если } n = 2, 4; \\ 7,5, & \text{если } n = 3, 6. \end{cases}$$

Значения $t_{\text{нач}} = 0$, $t_p = 5,2$, $t_T = 7,9$, $t_{\text{кон}} = 10,2$, $t = 0,7$, $a = 1,5$, $n = 3$.

Вариант 3

Вычислить и вывести значение ускорения a движущегося тела при заданных значениях времени $t_{\text{нач}} \leq t \leq t_{\text{кон}}$ и номере закона движения n ,

$$\text{где } a = \begin{cases} t + k, & \text{если } t_{\text{нач}} \leq t < t_p; \\ t \cdot k, & \text{если } t_p \leq t < t_T; \\ \sin(k \cdot t), & \text{если } t_T \leq t \leq t_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } k = \begin{cases} 0,5, & \text{если } n = 1, 3; \\ 1,5, & \text{если } n = 4, 5; \\ 4,5, & \text{если } n = 2, 6. \end{cases}$$

Значения $t_{\text{нач}} = 0$, $t_p = 5,2$, $t_T = 7,9$, $t_{\text{кон}} = 10,2$, $t = 0,7$, $n = 5$.

Вариант 4

Вычислить и вывести значение перемещения $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

движущегося тела при заданных значениях времени $t_{\text{нач}} \leq t \leq t_{\text{кон}}$ и номере закона движения n ,

$$\text{где } v_0 = \begin{cases} 1,5 + r, & \text{если } t_{\text{нач}} \leq t \leq t_p; \\ r, & \text{если } t_p < t < t_T; \\ 2 \cdot r, & \text{если } t_T \leq t \leq t_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } r = \begin{cases} 2,5, & \text{если } n = 1, 5; \\ 1,5, & \text{если } n = 3, 4; \\ 10,5, & \text{если } n = 2, 6. \end{cases}$$

Значения $t_{\text{нач}} = 0$, $t_p = 5,2$, $t_T = 7,9$, $t_{\text{кон}} = 10,2$, $t = 0,7$, $a = 1,5$, $n = 4$.

Вариант 5

Вычислить и вывести значение угловой скорости ω вращающегося тела при заданных угле поворота $\varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_{\text{кон}}$ и номере закона движения k ,

$$\text{где } \omega = \begin{cases} q \cdot \varphi, & \text{если } \varphi_{\text{нач}} \leq \varphi < \varphi_p; \\ 1,5 + q, & \text{если } \varphi_p \leq \varphi \leq \varphi_T; \\ q \cdot \varphi^2, & \text{если } \varphi_T < \varphi \leq \varphi_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } q = \begin{cases} 0,5, & \text{если } k = 1, 4; \\ 3,25, & \text{если } k = 2, 3; \\ 1,05, & \text{если } k = 5. \end{cases}$$

Значения $\varphi_{\text{нач}} = 0^\circ$, $\varphi_p = 60^\circ$, $\varphi_T = 270^\circ$, $\varphi_{\text{кон}} = 360^\circ$, $\varphi = 180^\circ$, $k = 3$.

Вариант 6

Вычислить и вывести значение углового ускорения ε вращающегося тела при заданных угле поворота $\varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_{\text{кон}}$ и номере закона движения k ,

$$\text{где } \varepsilon = \begin{cases} \cos q, & \text{если } \varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_p; \\ 1,5 + q, & \text{если } \varphi_p < \varphi \leq \varphi_T; \\ q \cdot \varphi, & \text{если } \varphi_T < \varphi \leq \varphi_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } q = \begin{cases} 0,5, & \text{если } k = 1, 4; \\ 3,25, & \text{если } k = 2, 3; \\ 0,5, & \text{если } k = 5, 6. \end{cases}$$

Значения $\varphi_{\text{нач}} = 0^\circ$, $\varphi_p = 60^\circ$, $\varphi_T = 270^\circ$, $\varphi_{\text{кон}} = 360^\circ$, $\varphi = 120^\circ$, $k = 2$.

Вариант 7

Вычислить и вывести значение угла поворота φ вращающегося тела при заданных значениях времени $t_{\text{нач}} \leq t \leq t_{\text{кон}}$ и номере закона движения n ,

$$\text{где } \varphi = \begin{cases} t + k, & \text{если } t_{\text{нач}} \leq t < t_p; \\ t \cdot k, & \text{если } t_p \leq t < t_T; \\ 2 \cdot k, & \text{если } t_T \leq t \leq t_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } k = \begin{cases} 0,5, & \text{если } n = 1, 5; \\ 1,5, & \text{если } n = 2, 4; \\ 4,5, & \text{если } n = 3, 6. \end{cases}$$

Значения $t_{\text{нач}} = 0$, $t_p = 4,2$, $t_T = 8,9$, $t_{\text{кон}} = 11,2$, $t = 1,7$, $n = 1$.

Вариант 8

Вычислить и вывести значение силы сопротивления F_C , действующей на тело, при заданных значениях перемещения $S_{\text{нач}} \leq S \leq S_{\text{кон}}$ и номере закона движения k ,

$$\text{где } F_C = \begin{cases} d \cdot S^2, & \text{если } S_{\text{нач}} \leq S < S_p; \\ 15,5 + d, & \text{если } S_p \leq S < S_T; \\ d \cdot S, & \text{если } S_T \leq S \leq S_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } d = \begin{cases} 2,5, & \text{если } k = 1, 5; \\ 1,5, & \text{если } k = 2, 4; \\ 10,5, & \text{если } k = 3, 6. \end{cases}$$

Значения $S_{\text{нач}} = 0$, $S_p = 1,5$, $S_T = 2,9$, $S_{\text{кон}} = 4,2$, $S = 0,7$, $k = 5$.

Вариант 9

Вычислить и вывести значение момента движущих сил M_D , действующего на вращающееся тело, при заданных угле поворота $\varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_{\text{кон}}$ и номере закона движения m ,

$$\text{где } M_D = \begin{cases} p \cdot \varphi^2, & \text{если } \varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_p; \\ \sin p, & \text{если } \varphi_p < \varphi < \varphi_T; \\ \varphi + 2,5, & \text{если } \varphi_T \leq \varphi \leq \varphi_{\text{кон}}, \end{cases}$$

$$\text{причем } p = \begin{cases} 2,5, & \text{если } m = 1, 4; \\ -1,5, & \text{если } m = 2, 5; \\ 7,5, & \text{если } m = 3. \end{cases}$$

Значения $\varphi_{\text{нач}} = 0^\circ$, $\varphi_p = 60^\circ$, $\varphi_T = 250^\circ$, $\varphi_{\text{кон}} = 360^\circ$, $\varphi = 80^\circ$, $m = 2$.

Вариант 10

Вычислить и вывести значение момента сил сопротивления M_C , действующего на вращающееся тело, при заданных угле поворота

$$\varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_{\text{кон}} \text{ и номере закона движения } l,$$

$$\text{где } M_C = \begin{cases} f, & \text{если } \varphi_{\text{нач}} \leq \varphi \leq \varphi_p; \\ 10 + f, & \text{если } \varphi_p < \varphi < \varphi_T; \\ f + \varphi, & \text{если } \varphi_T \leq \varphi \leq \varphi_{\text{кон}} \end{cases},$$

$$\text{причем } f = \begin{cases} 0,5, & \text{если } l = 1, 3; \\ 1,5, & \text{если } l = 2, 5; \\ 10,5, & \text{если } l = 4, 6, 7 \end{cases}.$$

Значения $\varphi_{\text{нач}} = 0^\circ$, $\varphi_p = 60^\circ$, $\varphi_T = 270^\circ$, $\varphi_{\text{кон}} = 360^\circ$, $\varphi = 40^\circ$, $l = 3$.

Лабораторная работа № 3.4

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАДАННОМ ЧИСЛЕ ПОВТОРЕНИЙ

Цель работы: приобретение навыков составления программ для решения задач, содержащих циклические вычисления с заданным числом повторений цикла.

Теоретические сведения

Характеристика алгоритма цикла с заданным числом повторений дана в п.1.3 (ч.1).

Общий вид оператора:

For i:=N1 to N2 do <оператор>; ,

где i – переменная цикла (параметр цикла);

$N1 < N2$ – соответственно начальное и конечное значение переменной цикла, шаг изменения которой равен $+1$.

Если $N1 > N2$, то оператор имеет вид

For i:=N1 downto N2 do <оператор>; .

Шаг изменения переменной цикла равен -1 .

В качестве переменной цикла i можно использовать только простую переменную, а в качестве $N1$ и $N2$ могут использоваться выражения (кроме вещественного типа).

<Оператор> может быть простым или составным.

Внутри цикла нельзя изменять значения i , $N1$, $N2$.

Порядок работы оператора цикла:

- 1) переменной цикла присваивается значение $N1$, и для данного значения выполняется <оператор>;
- 2) значение i автоматически изменяется на 1, и повторяются действия цикла;
- 3) последний раз <оператор> выполнится при $i=N2$;
- 4) далее выполняются действия после цикла.

Пример. Вычислить и вывести $n + 1$ значение аргумента x и функции $y = \sin x$ при изменении аргумента x от $x_{\text{нач}}$ до $x_{\text{кон}}$. Результаты работы программы требуется представить в виде таблицы:

	I		I	
i	I	x	I	y
	I		I	
1	I	$x_{\text{нач}}$	I	
	I		I	
2	I		I	
...				
7	I	$x_{\text{кон}}$	I	

Разобьем отрезок $[x_{\text{нач}}, x_{\text{кон}}]$ на n равных элементарных участков длиной $h = \frac{x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}}{n}$. Полученные промежуточные точки пронумеруем от 1 до $n + 1$. Номер текущей точки характеризуется переменной i , которой соответствует значение аргумента x . Из рис. 3.1 видно, что при

$$\begin{aligned}
 i = 1 \quad x &= x_{\text{нач}} ; \\
 i = 2 \quad x &= x_{\text{нач}} + h ; \\
 i = 3 \quad x &= x_{\text{нач}} + 2h ; \\
 &\dots \\
 i = i \quad x &= x_{\text{нач}} + (i - 1)h ; \\
 &\dots \\
 i = n + 1 \quad x &= x_{\text{нач}} + (n + 1 - 1)h = x_{\text{нач}} + n \frac{x_{\text{кон}} - x_{\text{нач}}}{n} = x_{\text{кон}}.
 \end{aligned}$$

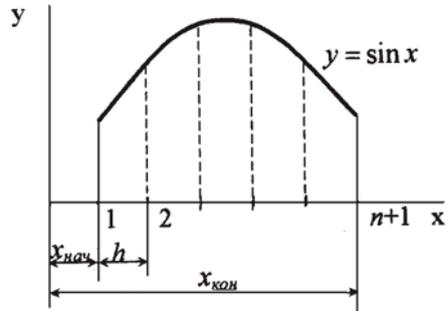
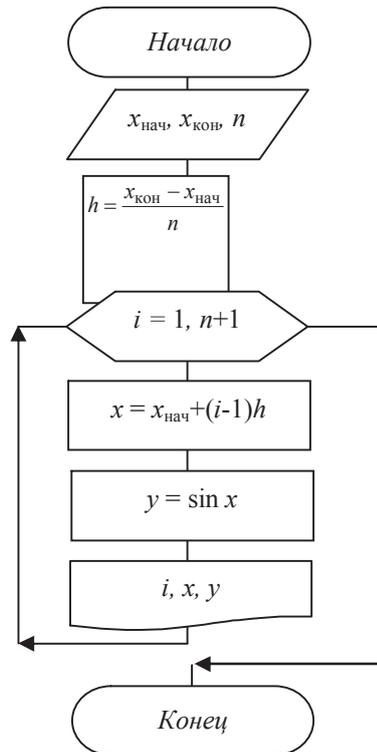


Рис. 3.1.

В каждой i -ой точке вычисляется значение функции $y = f(x)$. Значения номера точки, аргумента и функции выводятся на печать. Схема алгоритма решения задачи



Текст программы на языке Паскаль:

```
Program lr3_4_408; {103112 User14 Иванов И.И.}
Uses crt;
Var
  i,n:integer;
  xn,xk,h,x,y:real;
begin
  ClrScr;
  writeln('Введите xn,xk');
  readln(xn,xk);      {ввод в градусах}
  write('Введите n=');
  readln(n);
  writeln;
  writeln(' ':7,'I',' ':9,'I'); {1-я строка}
                                {таблицы}
  writeln(' ':5,'i I  x   I   y'); {2-я строка}
  writeln(' ':7,'I',' ':9,'I'); {3-я строка}
  write(' ':4);
  For i:=1 to 22 do {вывод горизонтальной линии}
    write('-');
  writeln('-');
  h:=(xk-xn)/n;
  For i:=1 to n+1 do
    begin
      x:=xn+(i-1)*h;
      y:=sin(x*pi/180); {аргумент функции sin}
                        {выражается в радианах}
      writeln(' ':7,'I',' ':9,'I');
      writeln(' ':4,i:2,' I ',x:7:3,' I ',y:7:5);
    end;
  repeat until keypressed
end.
```

Результаты работы программы имеют вид

```
Введите xn,xk
0 90
Введите n=6
```

i	x	y
1	0.000	0.00000
2	15.000	0.25882
3	30.000	0.50000
4	45.000	0.70711
5	60.000	0.86603
6	75.000	0.96593
7	90.000	1.00000

Контрольные вопросы

1. Запишите операторы цикла с заданным числом повторений.
2. Чему может быть равен шаг изменения переменной цикла?
3. Какого типа должна быть переменная цикла?

Задания для выполнения

Вариант 1

Вычислить и вывести $n + 1$ значение времени t , пути $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ и S^2 при изменении t от $t_{\text{нач}}$ до $t_{\text{кон}}$. Найти сумму значений функции S . Результаты представить в таблице:

i	t	S	S**2
1	0		
2			
...			
6	15		

Сумму вывести отдельно.

Значения $t_{\text{нач}} = 0$ с, $t_{\text{кон}} = 15$ с, $v_0 = 20$ м/с, $a = 1$ м/с², $n = 5$.

Вариант 2

Вычислить и вывести $n + 1$ значение времени t , угла $\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ и

φ^3 при изменении t от $t_{\text{нач}}$ до $t_{\text{кон}}$. Найти произведение значений функции φ . Результаты представить в таблице:

i	t	φ	φ^{**3}
-----	-----	-----------	-----------------

1	1		
---	---	--	--

2			
---	--	--	--

...

6	11		
---	----	--	--

Произведение вывести отдельно.

Значения $t_{\text{нач}} = 1$ с, $t_{\text{кон}} = 11$ с, $\omega_0 = 7,85$ с⁻¹, $\varepsilon = 0,588$ с⁻², $n = 5$.

Вариант 3

Вычислить и вывести $n + 1$ значение пути S , силы $F_D = F_0(S + 1)$ и S^3 при изменении S от $S_{\text{нач}}$ до $S_{\text{кон}}$. Найти количество значений силы F_D больших F_{max} . Результаты представить в таблице:

i	S	F_D	S^{**3}
-----	-----	-------	-----------

1	0		
---	---	--	--

2			
---	--	--	--

...

7	0,6		
---	-----	--	--

Количество вывести отдельно.

Значения $S_{\text{нач}} = 0$ м, $S_{\text{кон}} = 0,6$ м, $F_0 = 90,5$ Н, $F_{\text{max}} = 120$ Н, $n = 6$.

Вариант 4

Вычислить и вывести $n + 1$ значение угла φ , момента сопротивления $M_C = M_C^0(1 + \sin \varphi)$ и движущего момента $M_D = M_D^0$ при изменении φ от $\varphi_{\text{нач}}$ до $\varphi_{\text{кон}}$. Найти сумму значений момента сопротивления M_C . Результаты представить в таблице:

i	φ	M_C	M_D
1	0		
2			
...			
10	90		

Сумму вывести отдельно.

Значения $\varphi_{\text{нач}} = 0^\circ$, $\varphi_{\text{кон}} = 90^\circ$, $M_C^0 = 2,5 \text{ Нм}$, $M_D^0 = 10 \text{ Нм}$, $n = 9$.

Вариант 5

Вычислить и вывести $n + 1$ значение угла φ , угловой скорости $\omega = D\varphi$ и ω^2 при изменении φ от $\varphi_{\text{нач}}$ до $\varphi_{\text{кон}}$. Найти сумму значений угла φ . Результаты представить в таблице:

i	φ	ω	ω^{**2}
1	0		
2			
...			
11	1,57		

Сумму вывести отдельно.

Значения $\varphi_{\text{нач}} = 0$, $\varphi_{\text{кон}} = \frac{\pi}{2}$, $D = 0,7 \text{ с}^{-1}$, $n = 10$.

Вариант 6

Вычислить и вывести $n + 1$ значение пути S , $v = AS^2$ и v^2 при изменении S от $S_{\text{нач}}$ до $S_{\text{кон}}$. Найти произведение значений v . Результаты представить в таблице:

i	S	v	v^{**2}

1	0,1		
2			
...			
9	0,5		

Произведение вывести отдельно.

Значения $S_{\text{нач}} = 0,1$ м, $S_{\text{кон}} = 0,5$ м, $A = 3,5 \frac{1}{\text{м} \cdot \text{с}}$, $n = 8$.

Вариант 7

Вычислить и вывести $n + 1$ значение времени t , скорости $v = v_0 + at$ и v^2 при изменении t от $t_{\text{нач}}$ до $t_{\text{кон}}$. Найти количество значений v , больших $v_{\text{ср}}$. Результаты представить в таблице:

i	t	v	v^{**2}

1	0		
2			
...			
8	700		

Количество вывести отдельно.

Значения $t_{\text{нач}} = 0$ с, $t_{\text{кон}} = 700$ с, $v_0 = 17$ м/с, $v_{\text{ср}} = 22$ м/с, $a = 1,5$ м/с², $n = 7$.

Вариант 8

Вычислить и вывести $n + 1$ значение времени t , ускорения $a = a_0 \sin t$ и $|a|$ при изменении t от $t_{\text{нач}}$ до $t_{\text{кон}}$. Найти количество значений a , меньших $a_{\text{ср}}$. Результаты представить в таблице:

	i	t	a	$ a $
1	0			
2				
...				
6		300		

Количество вывести отдельно.

Значения $t_{\text{нач}} = 0$ с, $t_{\text{кон}} = 300$ с, $a_0 = 0,5$ м/с², $a_{\text{ср}} = 0$ м/с², $n = 5$.

Вариант 9

Вычислить и вывести $n + 1$ значение времени t , угловой скорости $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$ и t^3 при изменении t от $t_{\text{нач}}$ до $t_{\text{кон}}$. Найти сумму значений ω , больших $\omega_{\text{ср}}$. Результаты представить в таблице:

	i	t	ω	t^{**3}
1	0			
2				
...				
8	7			

Сумму вывести отдельно.

Значения $t_{\text{нач}} = 0$ с, $t_{\text{кон}} = 7$ с, $\omega_0 = 2,5$ с⁻¹, $\varepsilon = 5$ с⁻², $\omega_{\text{ср}} = 25$ с⁻¹, $n = 7$.

Вариант 10

Вычислить и вывести $n + 1$ значение пути S , силы сопротивления $F_C = F_0 \left(1 + \frac{S}{S_{\text{кон}}} \right)$ и \sqrt{S} при изменении S от $S_{\text{нач}}$ до $S_{\text{кон}}$. Найти сумму произведений $F_C \cdot h$. Результаты представить в таблице:

<i>i</i>	<i>S</i>	<i>F_c</i>	<i>koren_S</i>
1	0		
2			
...			
11	10		

Сумму вывести отдельно.

Значения $S_{\text{нач}} = 0$ м, $S_{\text{кон}} = 10$ м, $F_0 = 10,5$ Н, $n = 10$.

Лабораторная работа № 3.5

Программирование вычислительных процессов с использованием одномерных массивов

Цель работы: приобретение навыков составления программ для решения задач, содержащих операции над одномерными массивами.

Теоретические сведения

Все используемые в программе пользователя массивы должны быть описаны с указанием максимального (для данной программы) количества элементов (максимальной размерности) либо с предварительным описанием типа массивов:

Type

<имя типа> = **array** [диапазон индексов] **of** <тип элементов>;

Var

<имя массива> : <имя типа>;

либо без описания типа

Var

<имя массива> : **array** [диапазон индексов] **of** <тип элементов>;

Первый вариант описания предпочтительнее. Например, массивы *Text*, *A*, *B* и *C* могут быть описаны в виде

Type

Vectint=array[1..10] of integer;

Vect=array[1..10] of real;

Var

A:Vectint;

Text,B,C:Vect; .

При таком описании массивы, например, A и C , могут содержать количество элементов, меньшее или равное 10.

В разделе операторов обязательно осуществляется ввод рабочей размерности массива, т.е. устанавливается то количество элементов массива, с которым выполняется программа пользователя. Рабочая размерность массива не должна превышать максимальной, указанной в описании.

Все действия с массивами осуществляется поэлементно в цикле, параметром которого является индекс элемента массива.

Обращение к элементу массива имеет вид
<имя массива>[индекс элемента массива] .

Например,

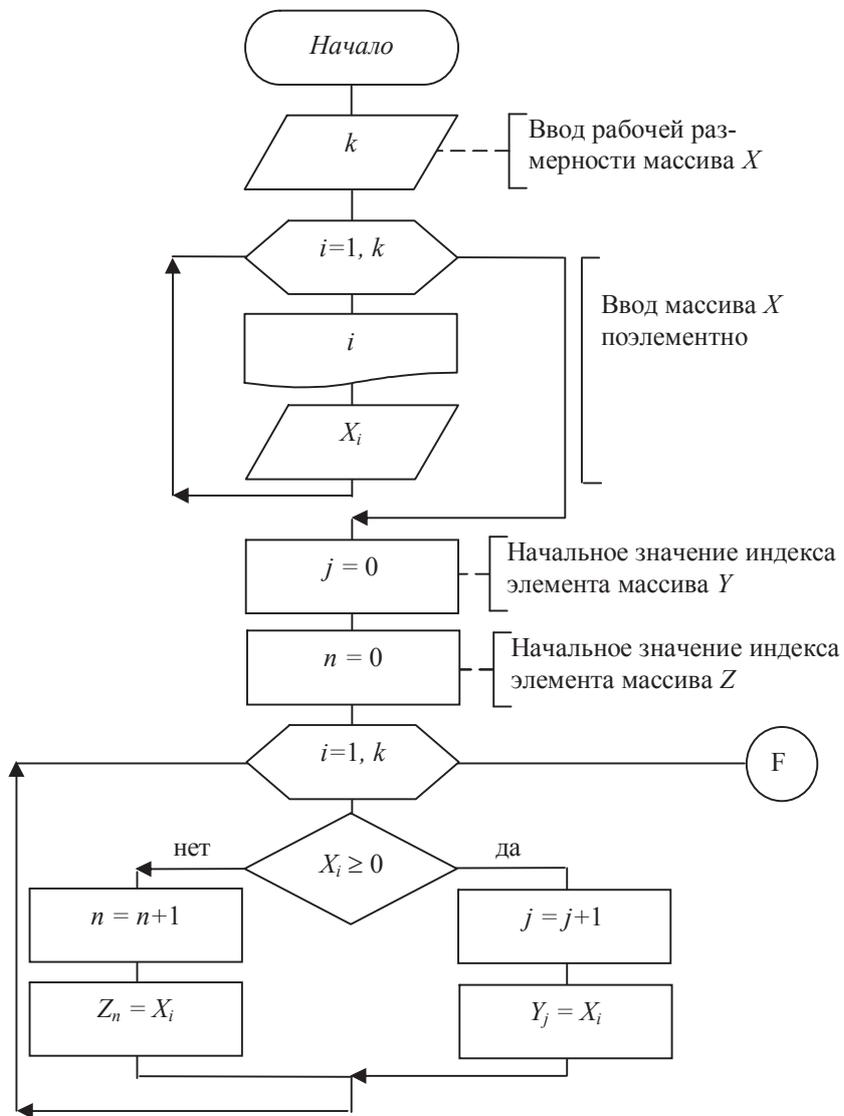
$Text[5]$ – пятый элемент массива $Text$;

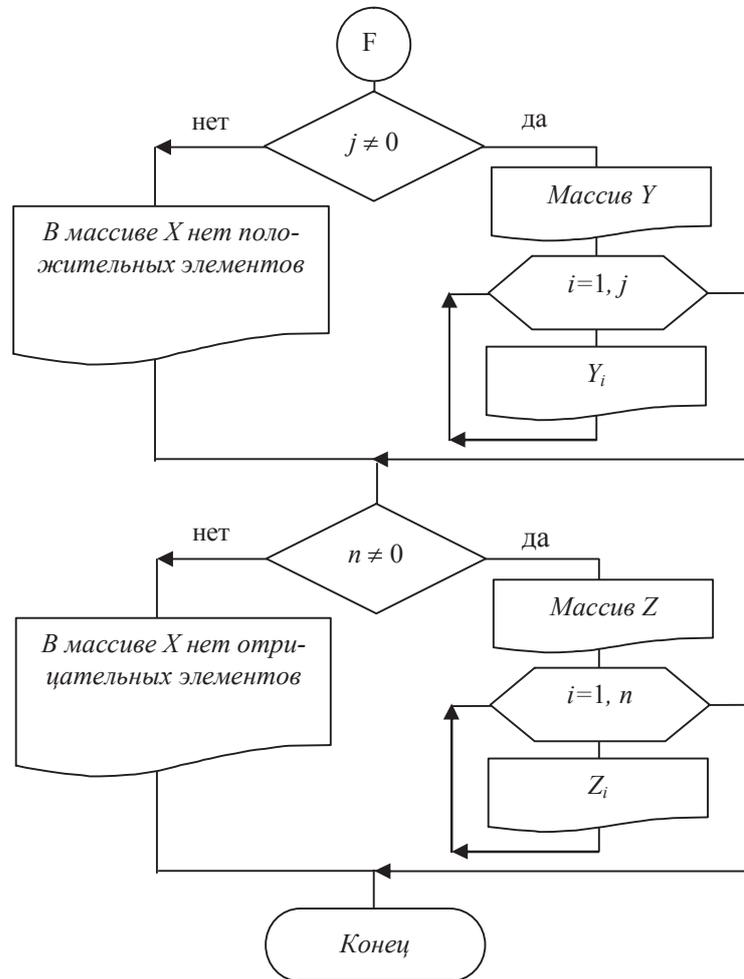
$A[2]$ – второй элемент массива A ;

$C[i]$ – i -й элемент массива C .

Пример. Из заданного массива $X(k)$, где $k \leq 10$, переписать подряд положительные и нулевые элементы в массив Y , а отрицательные – в массив Z .

Схема алгоритма вычислительного процесса имеет вид





Текст программы имеет вид

```

Program lr3_5_111; {103112 User20 Сидоров
A.A.}
Uses crt;
Type
Vect=array[1..10] of real;
Var

```

```

    X,Y,Z:Vect;
    k,i,j,n:integer;
begin
  ClrScr;
  write('Введите k<=10 рабочую размерность',
        ' массива X k=');
  readln(k);
  for i:=1 to k do
    begin
      write('Введите X[' ,i:2, ']=');
      readln(x[i])
    end;
  j:=0;
  n:=0;
  for i:=1 to k do
    if X[i]>=0 then
      begin
        j:=j+1;
        Y[j]:=X[i]
      end
    else
      begin
        n:=n+1;
        Z[n]:=X[i]
      end;
  writeln;
  if j<>0 then
    begin
      writeln(' ':5,
              'Массив Y, содержащий');
      writeln('положительные и нулевые',
              ' элементы массива X');
      for i:=1 to j do
        writeln(' ':15, 'Y[' ,i:2, ']=',
              Y[i]:7:3);
      end
    else
      writeln('В массиве X нет',
              ' положительных элементов');

```

```

if n<>0 then
  begin
    writeln(' ':5,
            'Массив Z, содержащий');
    writeln('отрицательные элементы',
            ' массива X');
    for i:=1 to n do
  writeln(' ':15,'Z[' ,i:2,']=',
          Z[i]:7:3);
    end
  else
    writeln('В массиве X нет',
            ' отрицательных элементов');
  Repeat until keypressed
end.

```

Результаты работы программы имеют вид

Введите k<=10 рабочую размерность массива X k=5
Введите X[1]=-0.5
Введите X[2]=0.3
Введите X[3]=0
Введите X[4]=-1
Введите X[5]=2

Массив Y, содержащий
положительные и нулевые элементы массива X
Y[1]= 0.300
Y[2]= 0.000
Y[3]= 2.000
Массив Z, содержащий
отрицательные элементы массива X
Z[1]= -0.500
Z[2]= -1.000

Контрольные вопросы

1. Приведите варианты описания массива.
2. Какое количество элементов указывается при описании массива?
3. Как осуществляется обращение к элементу массива?

Задания для выполнения

Вариант 1

Для заданного массива вещественных чисел $A(n)$, $n \leq 10$:

- а) определить количество элементов, удовлетворяющих условию $2,5 \leq A_i \leq 10,5$;
- б) вывести номера и значения положительных элементов;
- в) построить массив $B(n)$, в котором $B_i = \sqrt{|A_i|}$.

Значения $n = 5$, $A = (-2,5; 0,6; 7,8; -4,7; 5,5)$.

Вариант 2

Для заданного массива вещественных чисел $C(n)$, $n \leq 12$:

- а) определить количество элементов, удовлетворяющих условию $C_i < -0,5$ или $C_i > 1,5$;
- б) вывести номера и значения отрицательных элементов;
- в) построить массив $B(n)$, в котором $B_i = C_i^2$.

Значения $n = 5$, $C = (-12,5; 1,6; 0,78; -4,7; 55,5)$.

Вариант 3

Для заданного массива вещественных чисел $A(n)$, $n \leq 10$:

- а) вычислить и вывести сумму элементов, удовлетворяющих условию $-1,5 < A_i < 1,5$;
- б) вывести номера нулевых элементов;
- в) построить массив $D(n)$, в котором $D_i = \sin A_i$.

Значения $n = 9$, $A = (-2,5; 0; 0,6; 0; 0; 7,8; -4,7; 0; 5,5)$.

Вариант 4

Для заданного массива вещественных чисел $Q(k)$, $k \leq 12$:

- а) вывести номера и значения элементов, удовлетворяющих условию $0,5 \leq Q_i < 8,5$;
- б) вычислить и вывести сумму положительных элементов;

в) построить массив $B(k)$, в котором $B_i = \cos Q_i$.
Значения $k = 8$, $Q = (0,5; -0,6; 2,8; 0; -4,7; -0,7; 4,9; 5,5)$.

Вариант 5

Для заданного массива вещественных чисел $Q(k)$, $k \leq 12$:

- вывести номера и значения элементов, удовлетворяющих условию $Q_i \geq -0,85$;
 - вычислить и вывести произведение положительных элементов;
 - построить массив $V(k)$, в котором $V_i = Q_i + 2,5$.
- Значения $k = 8$, $Q = (1,5; -1,6; 0,8; 0; -2,7; 0,7; -4,9; 0,5)$.

Вариант 6

Для заданного массива вещественных чисел $M(n)$, $n \leq 10$:

- вычислить и вывести сумму номеров элементов, удовлетворяющих условию $M_i \geq 1,5$;
 - вывести положительные элементы массива;
 - построить массив $B(n)$, в котором $B_i = \frac{M_i}{2}$.
- Значения $n = 7$, $M = (-0,9; 3,6; -0,12; 7,8; -2,7; 1,54; -3,67)$.

Вариант 7

Для заданного массива вещественных чисел $V(n)$, $n \leq 10$:

- вычислить и вывести произведение элементов, удовлетворяющих условию $V_i \geq 0,5$;
 - вывести номера элементов, равных заданному x ;
 - построить массив $B(n)$, в котором $B_i = x \cdot V_i$.
- Значения $n = 8$, $V = (-2,5; 0,6; 7,8; -4,7; 0,6; -0,4; 0,6; 0,6)$, $x = 0,6$.

Вариант 8

Для заданного массива вещественных чисел $A(n)$, $n \leq 10$:

- вычислить и вывести произведение элементов, удовлетворяющих условию $A_i \geq -10,5$;

- б) вывести номера и значения элементов, равных заданному c ;
в) построить массив $B(n)$, в котором $B_i = c \cdot A_i$.
Значения $n = 8$, $A = (-12,5; 3,6; 0,8; 3,6; -0,7; 3,6; 5,5; 3,6)$, $c = 3,6$.

Вариант 9

Для заданного массива вещественных чисел $Z(n)$, $n \leq 15$:

- а) вычислить и вывести сумму элементов, удовлетворяющих условию $-1 \leq Z_i \leq 1$;
б) вывести номера и значения отрицательных элементов;
в) построить массив $X(n)$, в котором $X_i = \text{tg } Z_i$.
Значения $n = 9$, $Z = (5,1; 0; 0,9; -0,1; 1,1; -1; 2,3; 1; -0,5)$.

Вариант 10

Для заданного массива вещественных чисел $P(n)$, $n \leq 10$:

- а) вычислить и вывести количество элементов, равных заданному k ;
б) вывести значения элементов, имеющих четные номера;
в) построить массив $R(n)$, в котором $R_i = P_i - k$.
Значения $n = 8$, $P = (0,7; 1,2; -0,5; 1,2; 1,2; -5,3; 2,5; 1,2)$, $k = 1,2$.

Лабораторная работа № 3.6

Программирование циклических вычислительных процессов с условием

Цель работы: приобретение навыков составления программ для решения задач, содержащих циклические вычисления с условием.

Теоретические сведения

Характеристика циклов с условием дана в п.1.5 (ч1).

1. Цикл с предусловием реализуется с помощью оператора **While**, имеющего вид

While <логическое выражение> **do** <оператор>;
{пока логическое выражение истина – выполнять оператор},

где <оператор> – простой или составной оператор.

Пример 1. Вычислить и вывести значения функции $z = \frac{x^k}{k}$,

удовлетворяющие условию $z > a$ при $k = 1, 2, 3, \dots$

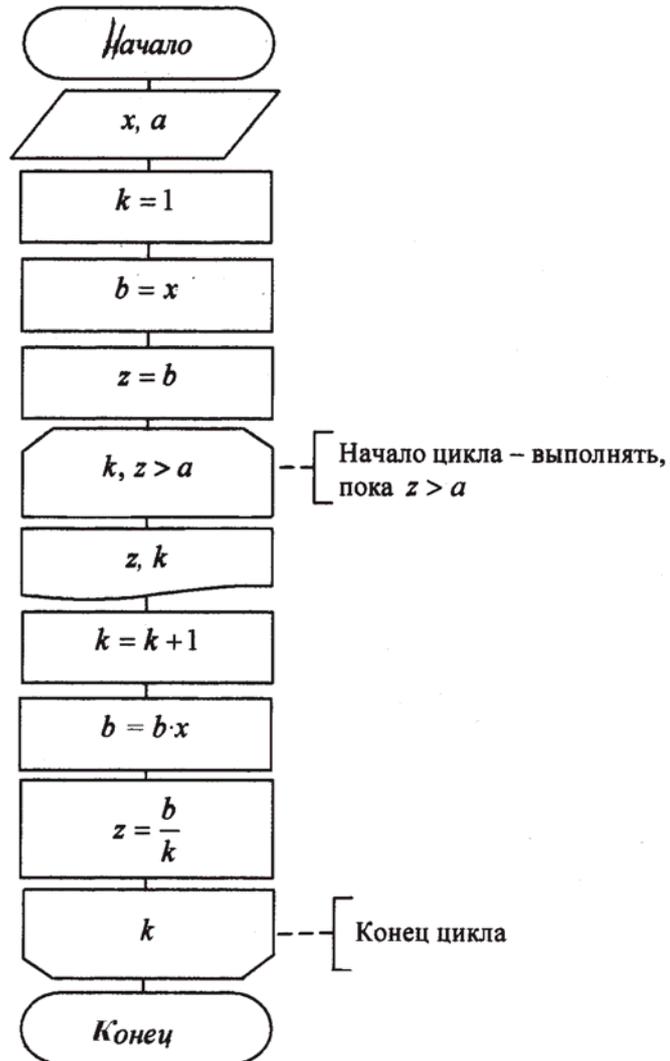
Исходные данные: $x = 1, a = 0,15$.

Условием повторения цикла является признак $z > a$. Так как уже первое значение $z = x$ может быть меньше a , то необходимо использовать цикл с предусловием.

Схема алгоритма имеет вид

По схеме алгоритма построим программу на языке Паскаль:

```
Program lr3_6_1; {103162 User15 Соколов О.Д.}
Uses crt;
Var
  x,a,b,z:real;
  k:integer;
begin
  ClrScr;
  writeln('Введите x,a');
  readln (x,a);
  k:=1;
  b:=x;
  z:=b;
  While z>a do {начало цикла}
  begin
    writeln('z=',z:4:2,' при k=',k:2);
    k:=k+1;
    b:=b*x;
    z:=b/k
  end; {конец цикла}
  writeln('при k=',k:2,' z станет меньше a');
  repeat until keypressed
end.
```



В программе используются следующие идентификаторы (табл. 3.9):

Т а б л и ц а 3.9

Математическое обозначение	z	x	k
Идентификатор	z	x	k

Результаты работы программы имеют вид

```

Введите x, a
1 0.15
z=1.00 при k= 1
z=0.50 при k= 2
z=0.33 при k= 3
z=0.25 при k= 4
z=0.20 при k= 5
z=0.17 при k= 6
при k= 7 z станет меньше a

```

2. Цикл с постусловием реализуется с помощью оператора **Repeat...Until**, имеющего вид

```

Repeat {повторять}
    <оператор 1>;
    <оператор 2>;
    ...
    <оператор n>
Until <логическое выражение>;
    {пока логическое выражение не станет истиной}.

```

Пример 2. Определить момент времени t и координаты $x = v_x t$,

$y = v_y t - \frac{9,81 \cdot t^2}{2}$ траектории движения снаряда при подъеме на мак-

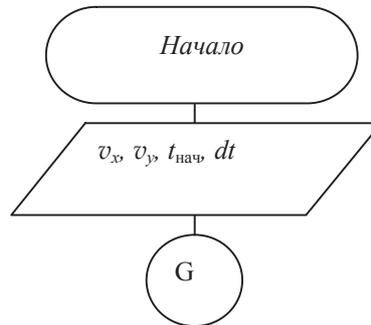
симальную высоту. Время изменяется от начального значения $t_{нач}$ с шагом dt . Цикл закончить когда текущее значение y_i станет меньше предыдущего y_p .

Исходные данные: $v_x = 1,5$ м/с, $v_y = 3$ м/с, $t_{\text{нач}} = 0$ с, $dt = 0,05$ с.

При решении задачи необходимо для каждого момента времени t определить координату y_t траектории движения и сравнить ее с координатой y_p , полученной для предыдущего момента времени.

Сравнение координат y начинается после получения второго значения y_t , поэтому необходимо использовать цикл с постусловием.

Схема алгоритма вычислительного процесса имеет вид



В программе используются следующие идентификаторы (табл. 3.10):

Математическое обозначение	x	y_t	y_p	t	$t_{\text{нач}}$	dt	v_x	v_y
Идентификатор	x	yt	yp	t	tn	dt	vx	vy

Программа имеет вид

```

Program lr3_6_2; {103162 User15 Соколов О.Д.}
Uses crt;
Var
  t, tn, dt, vx, vy, yp, yt, x: real;
begin
  ClrScr;
  write ('Введите vx,vy,tn,dt');
  readln (vx,vy,tn,dt);
  t:=tn;
  
```

```

yt:=vy*t-9.81*t*t/2;
repeat                                     {начало цикла}
  yp:=yt;
  t:=t+dt;
  yt:=vy*t-9.81*t*t/2
until yt<yp; {если yt<yp-истина, то конец
цикла}
t:=t-dt;
x:=vx*t;
writeln('максимальной высоты снаряд дости-
гает');
writeln('при t=',t:5:2,' с');
writeln('в точке x=',x:5:2,' y=',yp:5:2);
repeat until keypressed
end.

```

Результаты работы программы имеют вид

```

Введите vx,vy,tn,dt
1.5 3 0 0.05
максимальной высоты снаряд достигает
при t = 0.30 с
в точке x = 0.45 y = 0.46

```



Контрольные вопросы

1. Какой оператор используется для организации цикла с предусловием ?
2. Какой оператор используется для организации цикла с постусловием ?

Задания для выполнения

Для двух задач составить схемы алгоритмов и программы.

Вариант 1

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $B(k)$, $k \leq 15$, найти сумму всех положительных элементов массива до первого отрицательного. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $k = 7$, $B = (3,6; 0,2; 4,8; 1,3; -4,7; 1,9; 9,5)$.

Вариант 2

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $B(t)$, $t \leq 20$, найти произведение всех элементов до первого элемента, большего 3,5. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $t = 10$, $B = (1,3; -3,5; 1,9; 2,1; -4,2; 0,6; 1,1; 3,4; 6,1; 1,3)$.

Вариант 3

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5.
2. Для заданного массива $X(t)$, $t \leq 25$, найти количество элементов до первого элемента, меньшего 2,7. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $t = 8$, $X = (4,6; 9,3; 6,8; 6,1; 4,2; 2,8; -1,4; 3,5)$.

Вариант 4

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
Для заданного массива $A(n)$, $n \leq 30$, найти сумму элементов до первого элемента, большего $-0,2$. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $n = 7$, $A = (-3,6; -7,2; -1,4; -0,1; 4,6; 3,8; -2,5)$.

Вариант 5

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $W(t)$, $t \leq 25$, найти произведение элементов до первого элемента, большего 0,9. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $t = 8$, $W = (0,2; -1,5; -5,2; 0,4; -5,2; 1,5; 8,5; 3,8)$.

Вариант 6

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $Z(k)$, $k \leq 25$, найти количество элементов до первого элемента, меньшего 8,5. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $k = 6$, $Z = (9,5; 11,4; 43,9; 2,4; 2,5; 7,5)$.

Вариант 7

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $B(t)$, $t \leq 20$, найти сумму всех отрицательных элементов массива до первого положительного. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $t = 6$, $B = (-4,2; -1,6; -2,8; -0,2; 4,7; -3,6)$.

Вариант 8

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $Y(k)$, $k \leq 20$, найти произведение элементов до первого элемента, меньшего 2,5. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $k = 7$, $Y = (3,6; 2,8; 7,2; 1,7; 8,3; -2,5; 1,5)$.

Вариант 9

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $C(n)$, $n \leq 30$, найти количество всех отрицательных элементов массива до первого положительного. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.
Значения $n = 8$, $C = (-2,5; -4,1; -6,4; -2,7; -1,7; 4,7; -1,5; -6,1)$.

Вариант 10

1. Использовать задание а) лабораторной работы 1.5 (ч.1).
2. Для заданного массива $H(k)$, $k \leq 30$, найти сумму элементов до первого элемента, большего 5,2. Если таких элементов нет, то вывести сообщение об этом.

Значения $k = 6$, $H = (2,5; 3,1; 6,3; -2,5; 8,4; -3,1)$.

Лабораторная работа № 3.7

Программирование вычислительных процессов с использованием вложенных циклов

Цель работы: приобретение практических навыков составления программ, содержащих вложенные циклы.

Теоретические сведения

Как известно, с точки зрения программирования матрица, имеющая m строк и n столбцов, является двумерным массивом размерности $m \times n$. Каждый элемент такого массива характеризуется:

- 1) именем массива, элементом которого он является;
- 2) номером строки, в которой он расположен;
- 3) номером столбца, в котором он расположен;
- 4) значением.

В программе двумерные массивы целесообразно описывать, используя пользовательский тип с указанием максимальной размерности, в виде

Type

<имя типа> = **array** [<диапазон индексов строки>, <диапазон индексов столбца>] **of** <тип элементов> ;

Var

<имя матрицы>: <имя типа>; .

Например,

Type

Matr = array [1..6, 1..8] of real;

Var

A:Matr; .

При таком описании предполагается, что в матрице будет не более 6 строк и не более 8 столбцов.

В разделе операторов обязательно осуществляется ввод рабочей размерности матрицы, т.е. того количества строк и столбцов, с которым выполняется программа.

Все действия с матрицами осуществляются поэлементно с использованием вложенных циклов, параметрами которых являются индексы строки и столбца.

Обращение к элементу матрицы в Паскаль-программе имеет вид <имя матрицы> [<индекс строки>, <индекс столбца>].

Например, $A[2,3]$ – элемент матрицы A , стоящий на пересечении 2-й строки и 3-го столбца.

Пример. Для матрицы $A(m,n)$, где $m \leq 5$, $n \leq 4$:

а) построить одномерный массив MX , каждый элемент которого равен максимальному элементу соответствующей строки матрицы A ;

б) получить матрицу B , умножая каждый элемент матрицы A на сумму элементов столбца, в котором он находится.

Введем следующие идентификаторы:

i – индекс строки элемента матрицы;

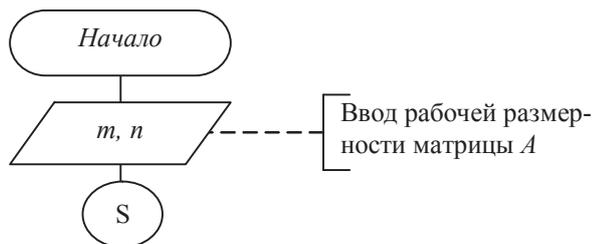
j – индекс столбца элемента матрицы;

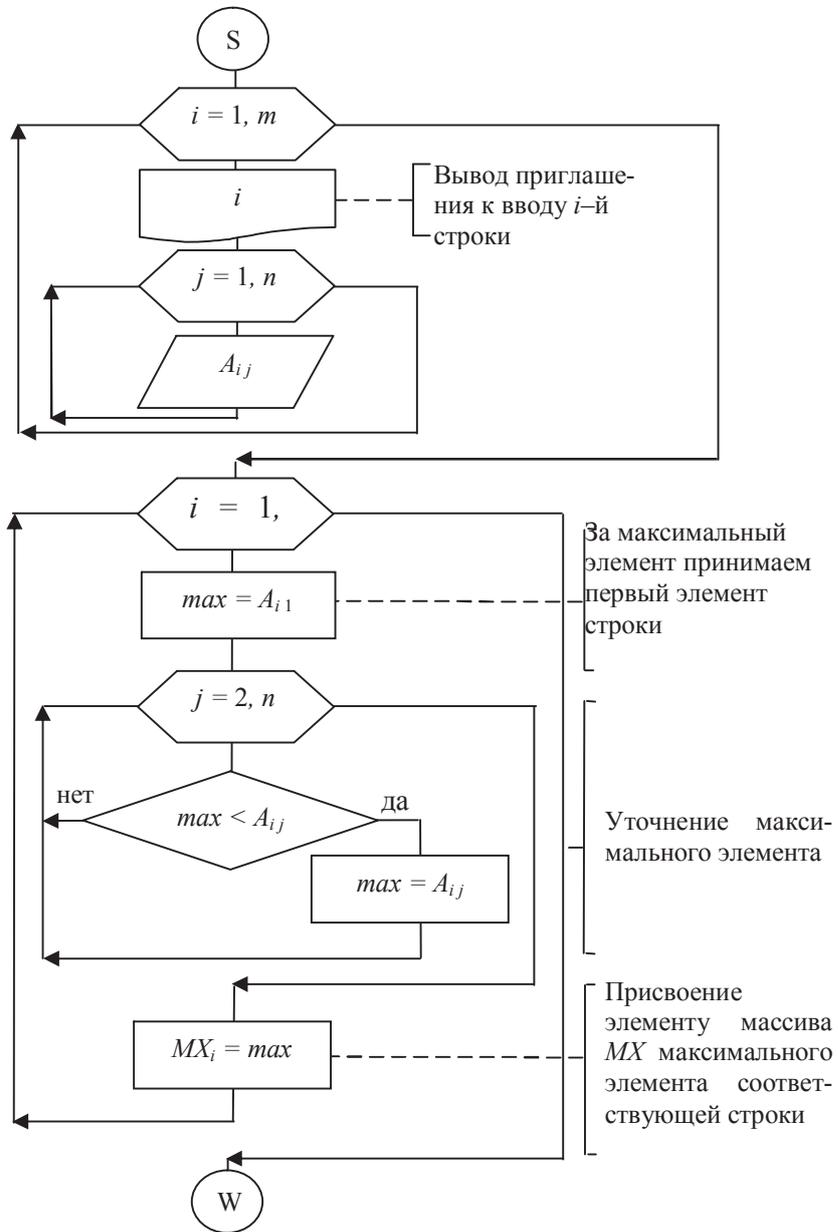
max – максимальный элемент i -й строки;

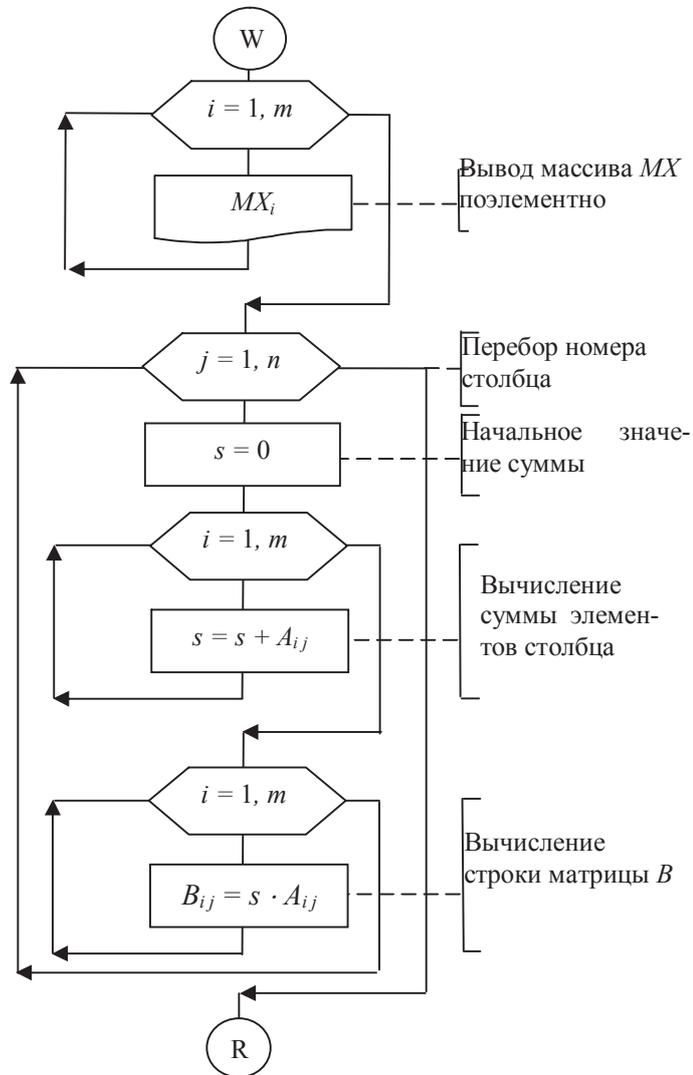
MX – массив размерности m , содержащий максимальные элементы;

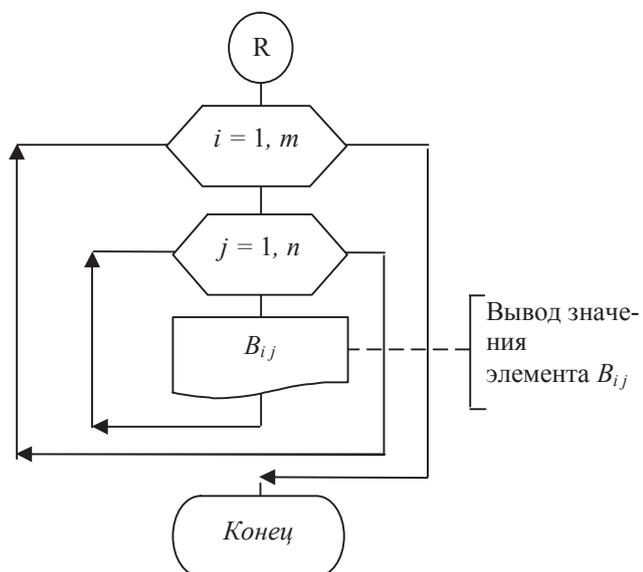
B – новая матрица, каждый элемент которой равен $A_{ij} \cdot s$, где s – сумма элементов j -го столбца.

Схема алгоритма решения задачи имеет вид









Текст программы на языке Паскаль имеет вид

```

Program lr3_7; {103112 USER14 Филанович П.А.}
Uses crt;
Type
  matr=array[1..5,1..4] of real;
  vector=array[1..5] of real;
Var
  b,a:matr;
  mx:vector;
  s,max:real;
  m,n,i,j:integer;
begin
  ClrScr;
  write('Введите количество строк матрицы m=');
  readln(m);
  write('Введите количество столбцов матрицы n=');
  readln(n);
  writeln;
  writeln(' ':6,'Введите матрицу A');
  for i:=1 to m do
  
```

```

begin
  writeln('  введите',i:2,'-ю строку');
  for j:=1 to n do
    read(a[i,j])
  end;
writeln;
{Построение одномерного массива}
for i:=1 to m do
  begin
    max:=a[i,1];
    for j:=2 to n do
      if max<a[i,j] then
        max:=a[i,j];
    mx[i]:=max
  end;
writeln(' ':6,'Полученный массив МХ');
for i:=1 to m do
  write(mx[i]:5:2,' ');
writeln;
writeln;
{Построение матрицы В}
for j:=1 to n do
  begin
    s:=0;
    for i:=1 to m do
      s:=s+a[i,j];
    for i:=1 to m do
      b[i,j]:=s*a[i,j]
    end;
writeln(' ':6,'Построенная матрица В');
for i:=1 to m do
  begin
    for j:=1 to n do
      write(b[i,j]:6:2,' ');
    writeln
  end;
repeat until keypressed
end.

```

Результаты работы программы имеют вид

Введите количество строк матрицы m=2

Введите количество столбцов матрицы n=3

Введите матрицу A

введите 1-ю строку

2.0 -4.0 7.4

введите 2-ю строку

3.0 5.0 -1.7

Полученный массив MX

7.40 5.00

Построенная матрица B

10.00 -4.00 42.18

15.00 5.00 -9.69

Контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуется двумерный массив и его элемент?
2. Как описывается двумерный массив в Паскаль-программе?
3. Как применяется алгоритм с вложенными циклами при выполнении операций над матрицами по строкам и столбцам?

Задания для выполнения

Вариант 1

Для матрицы $A(m,n)$, где $m \leq 6$, $n \leq 7$:

- а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;
- б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен сумме положительных элементов соответствующей строки матрицы;
- в) построить другую матрицу, каждый элемент которой получается путем умножения соответствующего элемента исходной матрицы на значение переменной α ;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } m = 3, n = 2, \alpha = 2,8, A = \begin{pmatrix} 4,5 & -5,3 \\ -7,8 & 4,0 \\ 9,4 & 3,2 \end{pmatrix}.$$

Вариант 2

Для матрицы $C(m,n)$, где $m \leq 8, n \leq 5$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен сумме элементов соответствующей строки матрицы, значения которых удовлетворяют условию $1,1 < C_{ij} < 8,8$;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой получается путем деления соответствующего элемента исходной матрицы на значение переменной β ;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } m = 2, n = 3, \beta = 2,8, C = \begin{pmatrix} 3,3 & -5,7 & 2,7 \\ 4,1 & 1,5 & -5,2 \end{pmatrix}.$$

Вариант 3

Для матрицы $B(m,n)$, где $m \leq 4, n \leq 5$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен произведению отрицательных элементов соответствующего столбца матрицы;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой получается путем увеличения соответствующего элемента исходной матрицы на значение переменной β ;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

Значения $m = 3$, $n = 3$, $\beta = 0,8$, $B = \begin{pmatrix} 2,4 & -2,7 & 1,5 \\ 0,7 & 0,5 & -5,7 \\ 0,8 & -1,6 & -0,7 \end{pmatrix}$.

Вариант 4

Для матрицы $V(k,l)$, где $k \leq 8$, $l \leq 5$:

- ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;
- построить одномерный массив, каждый элемент которого равен сумме элементов соответствующей строки матрицы, значения которых удовлетворяют условию $0,5 < V_{ij} < 4,8$;
- построить другую матрицу, каждый элемент которой получается путем уменьшения соответствующего элемента исходной матрицы на значение переменной ω ;
- вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

Значения $k = 2$, $l = 2$, $\omega = -3,8$, $V = \begin{pmatrix} 3,3 & -0,5 \\ 2,5 & -7,8 \end{pmatrix}$.

Вариант 5

Для матрицы $K(m,n)$, где $m \leq 5$, $n \leq 6$:

- ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;
- построить одномерный массив, каждый элемент которого равен сумме отрицательных элементов соответствующего столбца матрицы;
- построить другую матрицу, каждый элемент которой является модулем соответствующего элемента исходной матрицы;
- вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

Значения $m = 2$, $n = 3$, $K = \begin{pmatrix} 2,3 & -5,7 & -2,7 \\ -7,1 & 1,5 & -5,2 \end{pmatrix}$.

Вариант 6

Для матрицы $D(k,l)$, где $k \leq 4$, $l \leq 5$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен произведению элементов соответствующей строки матрицы, значения которых удовлетворяют условию $-2,5 < D_{ij} < 0,8$;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой является квадратом соответствующего элемента исходной матрицы;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } k = 2, l = 3, D = \begin{pmatrix} -1,3 & 5,7 & -2,5 \\ -0,1 & 1,5 & 5,2 \end{pmatrix}.$$

Вариант 7

Для матрицы $S(k,l)$, где $k \leq 4$, $l \leq 5$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен произведению элементов соответствующего столбца матрицы, значения которых удовлетворяют условию $-2,5 < S_{ij} < 3,8$;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой является квадратным корнем соответствующего элемента исходной матрицы;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } k = 3, l = 2, S = \begin{pmatrix} 0,4 & -2,0 \\ -4,2 & 2,0 \\ 5,3 & -7,5 \end{pmatrix}.$$

Вариант 8

Для матрицы $Z(m,n)$, где $m \leq 4$, $n \leq 5$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен произведению отрицательных элементов соответствующей строки матрицы;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой получается путем уменьшения соответствующего элемента исходной матрицы на значение переменной φ ;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } m = 2, n = 3, \varphi = 0,3, Z = \begin{pmatrix} -2,3 & 5,7 & -2,7 \\ -7,1 & 1,5 & 5,2 \end{pmatrix}.$$

Вариант 9

Для матрицы $X(k,l)$, где $k \leq 4, l \leq 5$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен произведению элементов соответствующего столбца матрицы, значения которых удовлетворяют условию $X_{ij} > -0,5$;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой является кубом соответствующего элемента исходной матрицы;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } k = 3, l = 3, X = \begin{pmatrix} -1,3 & 5,7 & 2,7 \\ -0,1 & -1,5 & -0,4 \\ 0,4 & 3,4 & -0,4 \end{pmatrix}.$$

Вариант 10

Для матрицы $P(m,n)$, где $m \leq 6, n \leq 7$:

а) ввести элементы матрицы с выводом запроса номера строки на экран;

б) построить одномерный массив, каждый элемент которого равен количеству положительных элементов в соответствующей строке матрицы;

в) построить другую матрицу, каждый элемент которой получается путем деления соответствующего элемента исходной матрицы на значение переменной α ;

г) вывести полученные одномерный и двумерный массивы с соответствующими заголовками.

$$\text{Значения } m = 3, n = 2, \alpha = 2,8, P = \begin{pmatrix} 4,5 & -5,3 \\ -7,8 & 4,0 \\ 9,4 & 3,2 \end{pmatrix}.$$

Л и т е р а т у р а

1. Б о р о д и ч Ю. С., В а л ь в а ч е в А. И., К у з ь м и ч А. И. Паскаль для персональных компьютеров: Справ. Пособие. – Мн.: Выш. школа: БФ ГИТМП «Ника», 1991.

2. О ф и ц е р о в Д. В., С т а р ы х В. А. Программирование в интегрированной среде Турбо-Паскаль: Справ.пособие. – Мн.: Беларусь, 1992.

3. П о л ь к о в Д. Б., К р у г л о в И. Ю. Программирование в среде Турбо-Паскаль (версия 5.5). – М., 1992.

4. Ф а р а о н о в В. В. Программирование на персональных ЭВМ в среде Турбо-Паскаль. – М.: МГТУ, 1992.

5. Ф и г у р н о в В. Э. IBM PC для пользователя: Краткий курс. – Сокращенная версия 7-го издания. – М.: ИНФРА, 1999.

Содержание

3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ПАСКАЛЬ	
Лабораторная работа № 3.1	
ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЯЗЫКА ПАСКАЛЬ.	3
Лабораторная работа № 3.2	
ВВОД – ВЫВОД ДАННЫХ.	14
Лабораторная работа № 3.3	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ РАЗВЕТВЛЯЮЩИХСЯ	
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ.	25
Лабораторная работа № 3.4	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ	
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАДАННОМ ЧИСЛЕ	
ПОВТОРЕНИЙ.	40
Лабораторная работа № 3.5	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ	
ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОДНОМЕРНЫХ	
МАССИВОВ.	49
Лабораторная работа № 3.6	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ	
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С УСЛОВИЕМ.	57
Лабораторная работа № 3.7	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ	
ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЛОЖЕННЫХ ЦИКЛОВ.	66
Литература.	77

Учебное издание

АНЦИПОРОВИЧ Петр Петрович
АЛЕЙНИКОВА Ольга Ивановна
БУЛГАК Татьяна Ивановна
ЛУЦКО Наталья Яковлевна

ИНФОРМАТИКА

Учебно-методическое пособие
к лабораторным работам
для студентов машиностроительных специальностей

В 4 частях

Часть 3

Подписано в печать 09.09.2004.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл.печ.л. 4,5. Уч.-изд.л. 3,5. Тираж 550. Заказ 106.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия № 02330/0056957 от 01.04.2004.