

392

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ПАСКАЛЬ

*Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по курсам «Информатика»;
«Информатика и программирование»
для студентов очного обучения всех специальностей*

Воронеж 2007

Библиотека ВГАСУ

Составители О.Е. Ефимова, А.В. Распопов, Д.В. Меркулов

УДК 004.438 - 004.424

ББК 32.973-018.1п

Программирование на языке Паскаль [Текст] : метод. указания к выполнению лаб. работ по курсам «Информатика»; «Информатика и программирование» для студ. всех спец. / Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т; сост.: О.Е. Ефимова, А.В. Распопов, Д.В. Меркулов. – Воронеж, 2007. – 41 с.

Рассматриваются темы, общие для всех языков программирования: типы данных, классические управляющие конструкции, алгоритмы сортировки и поиска. Изложен краткий теоретический материал по синтаксическим конструкциям языка Паскаль. Все вопросы рассматриваются на большом количестве примеров программ. Представлены контрольные задания для самостоятельного выполнения по каждой теме. В приложениях представлен необходимый справочный материал по версии языка Паскаль, соответствующей интегрированной среде разработки Borland Pascal 7.0.

Предназначены для студентов очного обучения всех специальностей.

Табл. 8. Библиогр.: 7 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Воронежского государственного архитектурно-строительного университета

Рецензент – В.И. Гильмутдинов, к.т.н., доц. кафедры математического моделирования и вычислительной техники ВГАСУ

Введение

В отличие от XX-го века, который называют индустриальным, нынешний XXI-й век по праву считается информационным. Действительно, информация в современном обществе приобрела роль ценного товара, который покупают, продают, обрабатывают. В развитых странах большая часть работающего населения занята не производством товаров или услуг, а в сфере обработки различной информации.

В этой связи изучение информационных наук студентами вузов представляется не просто важной, а одной из первоочередных задач. Полноценное же освоение информатики невозможно без приобретения практических навыков во время лабораторных занятий.

Многие задачи имеют не единственное решение. При этом критериями качества программы служат следующие показатели (по убыванию важности):

- объем памяти, занимаемый программой (с учетом памяти, отводимой под переменные);
- трудоемкость вычислений, т.е. эффективность алгоритма;
- лаконичность и наглядность программы, включая наличие и качество комментариев;
- соответствие листинга программы признанным стандартам стилевого оформления исходного кода;
- оригинальность решения.

Приветствуется обобщение постановки задачи, т.е. замена частного случая общим.

Настоящие методические указания ориентированы на формирование у студентов навыков практического выполнения задач программирования различной сложности. Дается целый комплекс контрольных заданий, после выполнения которых каждый студент должен представить отчет о проделанной работе, включающий: формулировку задания, исходный текст (листинг) отлаженной программы и результат решения (с анализом).

Лабораторная работа № 1

Запись арифметических выражений на Паскале

1.1. Цели работы

Научиться записывать арифметические выражения по правилам языка Паскаль с использованием стандартных функций.

1.2. Краткие теоретические сведения

Простые типы данных языка Паскаль представлены в прил. 1. Арифметические операции и функции представлены в прил. 2.

В некоторых ситуациях для записи выражений необходимо использовать функции, которые не описаны в языке Паскаль, но их можно выразить с помощью известных функций или используя свойства логарифмов.

Например, следующие:

$\operatorname{tg} x$ можно записать как $\operatorname{Sin}(x) / \operatorname{Cos}(x)$;

$\log_a x$ как $\operatorname{Ln}(x) / \operatorname{Ln}(a)$;

$x^a = e^{a \ln x}$ как $\operatorname{Exp}(a * \operatorname{Ln}(x))$ ($x > 0$).

1.3. Примеры решения типовых задач

1. Записать арифметическое выражение по правилам языка Паскаль:

a) $y = \sqrt[8]{x^8 + 8^x}$;

b) $x = \frac{\frac{a^2 + \sqrt{a + \cos^2 b}}{\log_c b^2 - \operatorname{tg} \frac{a}{b + \pi}}}{\frac{\cos a + |\sin b|}{e^{b-a}} + 1}$.

Решение:

a) $y := \operatorname{Exp}(1 / 8 * \operatorname{Ln}(\operatorname{Exp}(8 * \operatorname{Ln}(x)) + \operatorname{Exp}(x * \operatorname{Ln}(8))))$;

b) $x := (\operatorname{Sqr}(a) + \operatorname{Sqrt}(a + \operatorname{Sqr}(\operatorname{Cos}(b)))) / (\operatorname{Ln}(\operatorname{Sqr}(b)) / \operatorname{Ln}(c) - \operatorname{Sin}(a / (b + \operatorname{Pi})) / \operatorname{Cos}(a / (b + \operatorname{Pi}))) / ((\operatorname{Cos}(a) + \operatorname{Abs}(\operatorname{Sin}(b))) / \operatorname{Exp}(b - a) + 1)$.

1.4. Контрольные задания

Записать арифметическое выражение по правилам языка Паскаль:

1. $Y = \frac{x^9 + \operatorname{tg}^2 x}{1 + \sqrt[3]{1 + x^{11}}}$;

2. $Y = \operatorname{arctg}^{19}(1 + \sqrt[3]{1 + x^{19}})$;

3. $Y = \sin^{15}(x^8 + 2x^7)$;

4. $Y = \ln^{17}(\ln^9(x+1))$;

5. $Y = \frac{\cos^2(x+b)e^{\sin(2x)}}{\operatorname{arctg}(x+3)} + \sqrt{\frac{xb}{a}}$;

6. $Y = \sqrt[3]{ax+b} \cdot \operatorname{tg}^2 x + \frac{\ln|a| \cdot e^{-2x}}{\cos^2\left(\frac{x}{a}\right)}$;

7. $T = \frac{(x-1+2)^2 + \sqrt[3]{2y^5}}{\cos x + \sin^{36} y + e^{-xy}} + \log_x s^9$;

8. $T = \lg^{15} 6x^7 + |s^8 - 10,17|^{21} - \operatorname{tg}^4 v^{23}$;

9. $T = \frac{\operatorname{arctg} x + \sqrt[5]{1+x^2}}{|2xy - 4bz| + 7xy^3} - \frac{\cos^6 v^{17}}{\operatorname{tg} d^8}$;

10. $T = \frac{1}{3} \left(\left(\frac{\sin^2 x + \cos^2 x}{\sin \frac{x+y}{2}} - e^{|\cos x| + \sin x} \right) \ln x - \sqrt{x-1} \right)$;

11. $T = \frac{1 + \sin^2(x+y)}{2 + \left| \frac{x-2y}{1+x^2 y^2} \right|} + x$;

12. $T = \operatorname{tg}^2\left(\frac{x^2}{2} - 1\right) + \frac{2 \cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right)}{\frac{1}{2} + \sin^2 y}$;

13. $T = \frac{xyz - 3,3|x + \sqrt[4]{y+1}|}{11^7 + \sqrt{\lg 4!}}$;

14. $T = e^{|x-y|} + \ln(1+e) \log_2 \operatorname{tg} 2$.

Лабораторная работа № 2

Линейные алгоритмы

2.1. Цели работы

Выработать практические навыки работы с системой Borland Pascal (Turbo Pascal), научиться создавать, вводить в компьютер, выполнять и исправлять простейшие программы на языке Паскаль в режиме диалога, познакомиться с диагностическими сообщениями компилятора об ошибках при выполнении программ, реализующих линейные алгоритмы.

2.2. Краткие теоретические сведения

Линейным называется алгоритм, в котором результат получается путем однократного выполнения заданной последовательности действий при любых значениях исходных данных. Операторы программы выполняются последовательно, один за другим, в соответствии с их расположением в программе.

Структура программы на языке Паскаль представлена в прил. 2.

2.3. Примеры решения типовых задач

1. Демонстрация операций, применимых к переменным целых типов

```
program Example_2_3_1;  
uses  
  WinCrt; { модуль WinCrt содержит алгоритмы, управляющие эмуляцией  
текстового окна в операционной среде Windows }  
var  
  a, b, x : Integer;  
begin  
  Write (' Введите значения переменных a и b целого типа ');  
  ReadLn (a, b);  
  x := a + b; { сложение }  
  WriteLn (' a + b = ', x);  
  x := a - b; { вычитание }  
  WriteLn (' a - b = ', x);  
  x := a * b; { умножение }  
  WriteLn (' a * b = ', x);  
  x := a div 2; { целочисленное деление }  
  WriteLn (' a div 2 = ', x);  
  x := a mod 2; { получение остатка от целочисленного деления }
```

```
WriteLn (' a mod 2 = ', x);
```

```
end.
```

2.4. Контрольные задания

1. Посчитайте, сколько очков набрала футбольная команда, если известно, что m встреч она выиграла, n встреч проиграла, k встреч закончились ничью, полагая, что за выигрыш команда получает 3 очка, за ничью – 1 очко и за проигрыш – 0 очков.

2. Вычислить среднее значение трех чисел, введенных с клавиатуры.

3. Вычислить значение функции. Переменные a , b , c , x вводятся с клавиатуры.

a) $f = a \cdot \cos x - x \cdot b^3 + c$;

b) $f = a \cdot e^x + b \cdot x - c$;

c) $f = a \cdot \ln x + \frac{b}{x^2} + c$.

4. Студент в семестре получил A двоек, B троек, C четверок и D пятерок по информатике. Какую оценку ему поставит преподаватель, если он выводит среднее арифметическое из всех оценок с округлением до ближайшего целого числа?

5. Определить расстояние на плоскости между двумя точками с заданными координатами $M1(x1,y1)$ и $M2(x2,y2)$.

6. Вы положили деньги в сбербанк на срочный депозит на квартал из расчета 24 % годовых. Составить программу, которая вычислит причитающуюся сумму через 3 месяца.

7. Розничная цена мужского костюма составляет R рублей. Торговое наложение магазина составляет T % от оптовой цены. Составить программу определения оптовой цены костюма.

8. В группе N студентов. По результатам контрольной работы получено A двоек, B троек, C четверок, остальные – пятерки. Вычислить процент оценок каждого типа.

9. Студент начал решать задачи данного урока программирования, когда электронные часы показывали $h1$ часов и $min1$ минут, а закончил, когда было $h2$ часов и $min2$ минут. Составьте программу, позволяющую определить, сколько времени студент решал эти задачи. (Считать, что задачи решались не более суток.)

10. Написать универсальную программу, преобразующую произвольные декартовы координаты в полярные и наоборот. Связь между полярными и декартовыми координатами определяется следующими формулами: $x = r \cdot \cos \alpha$, $y = r \cdot \sin \alpha$. {Осуществляется ввод с клавиатуры x и y , находят по формулам r и α (в радианах), выводятся на экран r и α (в градусах). По полученным r и α

находятся x и y (т.е. в обратную сторону). Если введенные x и y совпадут с полученными, то программа составлена правильно. При выводе α воспользоваться формулой $\text{Угол}_{\text{в радианах}} = \text{Угол}_{\text{в градусах}} * \pi / 180.$

Лабораторная работа № 3

Условный оператор If

3.1. Цели работы

Научиться правильно использовать условный оператор If. Научиться составлять программы решения задач на разветвляющиеся алгоритмы.

3.2. Краткие теоретические сведения

Алгоритм называется разветвляющимся, если он содержит несколько ветвей, отличающихся друг от друга содержанием вычислений. Выход вычислительного процесса на ту или иную ветвь алгоритма определяется исходными данными или промежуточными результатами.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с правилами записи логических выражений, операций сравнения, оператора If.

Оператор If может быть записан в полной и неполной форме.

Неполная форма:

```
if Логическое_выражение then
  Оператор;
```

Полная форма:

```
if Логическое_выражение then
  Оператор1
else
  Оператор2;
```

Ключевые слова **if**, **then**, **else** означают соответственно: «если», «то», «иначе».

3.3. Примеры решения типовых задач

1. Определить, принадлежит ли вводимое с клавиатуры значение A интервалу $[0..9]$.

```
program Example_3_3_1;
uses
  WinCrt;
var
  A : Real;
  Max : Integer;
  Str : String;
begin
  Write (' Введите значение A = ');
  ReadLn (A);
  if (A >= 0) and (A <= 9) then
    Str := ' принадлежит '
  else
    Str := ' не принадлежит ';
  WriteLn (' Значение A ', Str, ' отрезку [0..9] ');
end.
```

2. Значения переменных X , Y , Z вводятся с клавиатуры. Если $X \leq Y \leq Z$, то все значения возвести в квадрат, при $X > Y > Z$ каждое из них разделить на 2, в противном случае изменить знаки чисел. Изменённые значения переменных вывести на экран. Обратите внимание, что при решении данной задачи в каждой ветви условного оператора необходимо использовать составной оператор (операторный блок), который представляет собой группу из произвольного числа операторов, отделенных друг от друга точкой с запятой и ограниченную операторными скобками **begin** и **end**.

```
program Example_3_3_2;
uses
  WinCrt;
var
  X, Y, Z : Real;
begin
  WriteLn (' Введите значение X, Y, Z ');
  ReadLn (X, Y, Z);
  if (X <= Y) and (Y <= Z) then
  begin
    X := Sqr (X);
    Y := Sqr (Y);
    Z := Sqr (Z)
  end
  else
    if (X > Y) and (Y > Z) then
```

```

begin
  X := X / 2;
  Y := Y / 2;
  Z := Z / 2
end
else
begin
  X := -X;
  Y := -Y;
  Z := -Z
end;
WriteLn (' X=', X:7:3 , ' Y=', Y:7:3 , ' Z=', Z:7:3);
end.

```

3.4. Контрольные задания

1. Составить программу для нахождения максимума из трех чисел, введенных с клавиатуры.
2. Даны две буквы. Проверить, можно ли из них составить слово «мама». Если да, то составить слово и вывести на экран, иначе вывести соответствующее сообщение. (Программа должна работать для любых букв «М», «м», «А», «а», вводимых в любой последовательности. Например, ввод: «А», «м», результат: «МАМА»).
3. С клавиатуры вводятся три числа. Определить, можно ли построить треугольник с такими сторонами.
4. Написать программу для нахождения корней квадратного уравнения $ax^2 + bx + c = 0$. (Учесть все возможные варианты. Например, при $a=0$, $b=0$, $c=0$ ответ: x – любое).
5. Составить программу – «калькулятор» для выполнения следующих операций: +, -, *, /, %, вычисления квадратного корня и натурального логарифма.

6. Составить программу для вычисления

$$a) y = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0; \\ x^2 - x, & \text{если } 0 < x \leq 1; \\ x^2 - \sin \pi x^2, & \text{если } x > 1. \end{cases}$$

$$b) y = \begin{cases} -4, & \text{если } x < 0; \\ x^2 + 3x + 4, & \text{если } 0 \leq x < 1; \\ (x^2 + 3x + 4)^2 - 1, & \text{если } x > 1. \end{cases}$$

7. Для заданных x, y записать программу вычислений

$$Z = \frac{\min(x, y) + 0,5}{1 + \max^2(x, y)}; \quad U = \frac{\min(\frac{x+y+z}{3}, xyz)}{1 + \min^2(\frac{x+y+z}{3}, xyz)}$$

8. Определить, какая из двух точек $M1(x1, y1)$ и $M2(x2, y2)$ расположена ближе к окружности с центром в начале координат и радиусом R . Вывести на экран координаты этой точки.
9. Известны площади круга и квадрата. Определить:
 - a) уместится ли круг в квадрате;
 - b) уместится ли квадрат в круге.
10. Написать программу, которая печатает «True» или «False» в зависимости от того, выполняются или нет заданные условия:
 - a) квадрат заданного трехзначного числа равен кубу суммы цифр этого числа;
 - b) сумма двух первых цифр заданного четырехзначного числа равна сумме двух его последних цифр;
 - c) среди цифр заданного трехзначного числа есть одинаковые;
 - d) среди первых трех цифр из дробной части заданного положительного вещественного числа есть цифра 0.

Лабораторная работа № 4

Оператор выбора Case

4.1. Цели работы

Научиться правильно использовать оператор выбора Case. Научиться составлять программы решения задач на разветвляющиеся алгоритмы с использованием этого оператора.

4.2. Краткие теоретические сведения

Оператор выбора Case так же, как и условный оператор If, позволяет реализовывать разветвляющиеся алгоритмы. Отличие состоит в более удобной и компактной форме записи при выборе более чем из двух вариантов, т.е. при разветвлении алгоритма на три и более ветвей.

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с правилами записи оператора Case.

Синтаксис полной формы оператора case выглядит следующим образом:

```

case Селектор of
  Список1: Оператор1;
  Список2: Оператор2;
  ...
  СписокN: ОператорN
else Оператор;
end;

```

Как и для оператора if в неполной форме оператора case отсутствует ветвь else.

4.3. Примеры решения типовых задач

1. Написать программу, которая по заданному номеру дня недели выводит его название.

```

program Example_4_3_1;
uses
  WinCrt;
var
  day : Byte;
begin
  Write (' Введите номер дня недели ');
  ReadLn (day);
  case day of
    1: WriteLn (' Понедельник ');
    2: WriteLn (' Вторник ');
    3: WriteLn (' Среда ');
    4: WriteLn (' Четверг ');
    5: WriteLn (' Пятница ');
    6: WriteLn (' Суббота ');
    7: WriteLn (' Воскресенье ');
  else WriteLn (' Такого дня нет ');
  end;
end.

```

2. С использованием оператора Case составить программу – «калькулятор» для выполнения следующих операций: +, -, *, /.

```

program Example_4_3_2;
uses
  WinCrt;

```

```

var
  X, Y, Z : Real;
  Operat : Char;
  F : Boolean;
begin
  Write (' Введите значение X ');
  ReadLn (X);
  Write (' Введите знак операции (+, -, *, /) ');
  ReadLn (Operat);
  Write (' Введите значение Y ');
  ReadLn (Y);
  F := True;
  case Operat of
    '+': Z := X + Y;
    '-': Z := X - Y;
    '*': Z := X * Y;
    '/': if Y <> 0 then
      Z := X / Y
      else WriteLn (' Деление на 0! ');
  else
    begin
      Write (' Нет такой операции ');
      F := False;
    end;
  end;
  if ((Y <> 0) or (Operat <> '/')) and F then
    WriteLn (' Ответ: ', Z:5:2);
end.

```

4.4. Контрольные задания

1. Некоторое предприятие ежедневно расходует X кВт/ч электроэнергии. Составить программу, вычисляющую расход электроэнергии R для заданного месяца текущего года.

2. Написать программу, которая по заданному номеру месяца выводит название времени года и название месяца.

3. Написать программу, которая по заданному числу и номеру месяца выводит количество дней до конца года.

4. Для целого числа k напечатать фразу «Мне k лет», учитывая при этом, что при некоторых значениях k слово «лет» надо заменить словом «год» или «года». Например, 11 лет, 51 год, 23 года.

5. В киоске продается газета стоимостью 3 р. и журнал стоимостью 20 р. Составить программу, которая спрашивает, что вы хотите купить, принимает деньги и выдает сдачу.

6. Составить программу, моделирующую работу продавца мороженого. Программа должна запрашивать количество порций мороженого, сообщать требуемую сумму и выдавать сдачу.

7. Составить программу, моделирующую работу продавца мороженого с выбором сорта мороженого (см. предыдущую задачу).

8. Составить программу, реализующую эпизод сказки: программа должна спрашивать, куда собирается пойти герой (прямо, налево, направо) и сообщать ему, что его ждет в каждом случае.

9. Составить программу для вычисления площадей геометрических фигур: треугольника, прямоугольника, круга (ввод данных осуществляется только для той фигуры, площадь которой необходимо посчитать).

10. По данным: номеру группы студента ВГАСУ, текущему году и месяцу, определить, в каком году он поступил и на каком факультете учится, учитывая, что учебный год не совпадает с календарным. Например, группа – 2511, год – 2006, месяц – 11 или группа – 2511, год – 2007, месяц – 3; ответ: факультет: ФАИС, год поступления – 2006.

Лабораторная работа № 5

Оператор безусловного перехода Goto и операторы цикла

5.1. Цели работы

Закрепить практические навыки работы с системой Borland Pascal (Turbo Pascal), научиться правильно использовать оператор **Goto** и различные операторы циклов. Научиться составлять программы решения задач с использованием циклических структур.

5.2. Краткие теоретические сведения

Алгоритм называется циклическим, если он содержит многократное выполнение одних и тех же операторов. Число повторений этих операторов может быть задано в явной (цикл с известным заранее числом повторений) или неявной (цикл с неизвестным заранее числом повторений) форме.

Перед выполнением работы необходимо изучить различные схемы организации циклов и операторы **For**, **While**, **Repeat**.

1. Оператор безусловного перехода состоит из ключевого слова **goto**, после которого указывается метка:

goto Метка;

Пример использования **goto**:

```
program Example_5_2_1;
uses
  WinCrt;
label
  start;
var
  name: string;
begin
  start: WriteLn(' Введите свое имя ');
  ReadLn(name);
  if name = '' then goto start; { Повторяем запрос имени, если вместо него
введен пробел }
  WriteLn(' Привет, ', name);
end.
```

2. Для реализации цикла с параметром в Паскале используется оператор **for**.

Синтаксис оператора **for** выглядит следующим образом:

```
for Параметр_цикла := Начальное_значение to Конечное_значение do
  Оператор;
```

Возможна также и следующая форма записи **for**:

```
for Параметр_цикла := Начальное_значение downto Конечное_значение do
  Оператор;
```

Отличие заключается в том, что приращение параметра для второй записи равно -1 и начальное значение должно быть больше конечного.

3. Оператор **while** предназначен для реализации цикла с предусловием. Синтаксис его выглядит следующим образом:

```
while Логическое_выражение do
  Оператор;
```

4. При разработке программ очень удобно бывает использовать цикл с постусловием. Синтаксис цикла с постусловием выглядит следующим образом:


```

repeat
  Оператор1;
  Оператор2;
  ...
  ОператорN;
until Логическое_выражение;

```

В операторе цикла с постусловием выражение, которое управляет повторным выполнением последовательности операторов тела цикла (условие), помещается после служебного слова **until**.

5.3. Примеры решения типовых задач

1. Найти все простые числа на заданном отрезке (использовать цикл с параметром).

```

program Example_5_3_1;
uses
  WinCrt;
var
  n, k, i, j, kl : Integer;
begin
  Write (' Введите нижнюю границу отрезка - ');
  ReadLn (n);
  Write (' Введите верхнюю границу отрезка - ');
  ReadLn (k);
  WriteLn (' Все простые числа из отрезка [ ', n, ', ', k, ' ]');
  for i := n to k do
  begin
    kl := 0;
    for j := 2 to Round (Sqrt(i)) do
      if (i mod j) = 0 then
        kl := kl + 1;
    if kl = 0 then Write (i, ' ');
  end;
end.

```

2. Разложить целое число, вводимое с клавиатуры, на простые множители. Определим переменную x для ввода разлагаемого числа, m - переменная, используемая в качестве делителя.

```

program Example_5_3_2;
uses
  WinCrt;
var
  x, m : Integer;
begin
  Write (' Введите целое число... ');
  ReadLn (x);
  WriteLn (' Разложение числа ', x, ' на простые множители ');
  m := 2;
  while m <= x do
    if (x mod m) = 0 then
      begin
        Write (' * ', m);
        x := x div m;
      end
    else m := m + 1;
  end.

```

3. Составить программу для вычисления и вывода значений функции $Y = \sin(x^2 + 2x)$ при изменении x от -5 до 2 с шагом $0,5$.

```

program Example_5_3_3;
uses
  WinCrt;
var
  x, y : Real;
begin
  x := -5;
  repeat
    y := Sin(Sqr(x) + 2*x);
    WriteLn (' x=', x:5:2, ' y=', y:5:2);
    x := x + 0.5;
  until x > 2;
end.

```

5.4. Контрольные задания

1. Вводится 100 троек чисел. Найти и вывести на экран ту, из которой можно составить треугольник с максимальной (минимальной) площадью.

2. Определить сумму четных и произведение нечетных цифр заданного с клавиатуры целого числа.

3. Заменить целое число N числом с записью его цифр в обратном порядке (например, вводится число 1234, после замены – 4321).

4. Вычислить и вывести на экран положительные значения функции $y = \sin(n \cdot x) - \cos\left(\frac{x}{n}\right)$ при $n=1, \dots, 50$.

5. Составить программу для вычисления выражения

a) $S = \sum_{i=1}^n \frac{x^2}{i!}$;

b) $S = \sum_{k=1}^{10} (k^3 \sum_{p=1}^{15} (k-p)^2)$.

6. Пусть программа «загадает» число от 1 до 10, а пользователь введет предполагаемое значение. Если число угадано, программа поздравит победителя, а если нет – попросит его повторить попытку еще раз, и, если введенное число меньше задуманного, сообщить об этом игроку, иначе сообщить ему о том, что введенное число больше задуманного. Каждая безуспешная попытка снижает призовые баллы. В самом начале игроку назначается 10 призовых баллов. Составить такую программу.

7. Пусть некто, обладая определенной денежной суммой, открыл счет в банке. Банк ежегодно начисляет определенный процент от вклада (это называется «учетной ставкой процента»), соответственно увеличивается и сумма вклада. Считается, что этот процент не зависит от времени и от величины вклада. Такая схема называется «правилом сложных процентов». Необходимо написать программу, которая рассчитывает величину вклада и выводит эту величину для каждого года до тех пор, пока величина вклада не удвоится.

8. В древнеяпонском календаре был принят 60-летний цикл из пяти 12-летних циклов, обозначенных цветами: зеленый, красный, желтый, белый и черный. В подциклах каждый год имел название одного из животных: крысы, быка, тигра, кролика, дракона, змеи, лошади, овцы, обезьяны, петуха, собаки и кабана. Началом очередного цикла был 4-й год нашей эры – год зеленой крысы. Для заданного номера года найти его название по древнеяпонскому календарю.

9. Составить программу для вычисления выражения

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{x^i}{(2 \cdot i)!}$$

и найти наименьшее значение n , при котором данная сумма превышает величину C .

10. Составить программу для вычисления выражения

$$S = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y}{(k \cdot i)!} + \sum_{k=1}^i i \cdot k! \right)$$

и найти наименьшее значение n , при котором данная сумма не превышает величину T .

Лабораторная работа № 6

Итерационные циклы

6.1. Цели работы

Научиться составлять программы решения задач с использованием циклических структур с неизвестным числом повторений и задач, не имеющих точного решения.

6.2. Краткие теоретические сведения

Итерационный цикл – цикл, число повторений в котором заранее не известно. Такие циклы встречаются при решении задач методами последовательных приближений (методами итераций), позволяющими найти решение с наперед заданной точностью. Например, решение некоторого уравнения методом итераций с заданной точностью или суммирование сходящегося ряда с заданной точностью. Принцип построения логического условия, определяющего повторение циклического процесса вычислений в обоих случаях одинаков.

6.3. Примеры решения типовых задач

1. Вычислить значения квадратного корня из числа X по итерационной формуле Ньютона $Y_{i+1} = (Y_i + X/Y_i)/2$ с точностью $|Y_{i+1} - Y_i| \leq \varepsilon$. Начальное приближение $Y_0 = A$ является параметром.

```
program Example_6_3_1;
uses
  WinCrt;
var
  X : Real; { аргумент }
  A : Real; { начальное приближение }
  Y0 : Real; { предыдущее приближение }
  Y1 : Real; { очередное приближение }
  Eps : Real; { точность вычисления }
begin
  WriteLn(' Введите значения A, Eps, X ');
```

```

ReadLn(A, Eps, X);
if X > 0 then
begin
  Y1 := A;
  repeat
    Y0 := Y1;
    Y1 := (Y0 + X / Y0) / 2;
  until Abs (Y1 - Y0) < Eps;
  WriteLn (' Y1=', Y1:7:5, ' при X=', X:5:2);
end
else WriteLn (' Число ', X:5:2, ' меньше нуля ');
end.

```

2. Для заданного x проверить справедливость следующего разложения:

$$e^{-x} = 1 - \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \dots$$

и оценить скорость сходимости, найдя число слагаемых, необходимое для достижения заданной погрешности ϵ .

$$\text{(Здесь } u_n = (-1)^n \frac{x^n}{n!}, n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n \text{).}$$

```

program Example_6_3_2;
uses
  WinCrt;
const
  Limit = 100; {ограничение на число шагов}
var
  x, Eps, y, s, u : Real;
  n : Integer;
begin
  WriteLn (' Задай аргумент x и погрешность 0<Eps<=1 ');
  ReadLn (x, eps);
  y := Exp(- x); { левая часть }
  u := 1; { первое слагаемое }
  s := u; { частичная сумма }
  n := 0; { число шагов }
  repeat
    u := - x / (n + 1) * u; { очередное слагаемое }
    s := s + u;

```

```

  n := n + 1;
until (Abs (y - s) <= Eps) or (n >= Limit);
if n >= Limit then
  WriteLn (n, ' шагов не хватило для достижения точности ', Eps)
else
begin
  WriteLn (' Левая часть: ', y:15:12);
  WriteLn (' Правая часть: ', s:15:12);
  WriteLn (' Погрешность ', Eps:10:6, ' достигнута за ', n, ' шагов');
end;
end.

```

6.4. Контрольные задания

1. Найти $\sqrt[3]{a}$ как предел последовательности x_0, x_1, x_2, \dots , где $x_0 = \frac{a}{3}$, а каждое следующее x_{n+1} получается из предыдущего по формуле:

$$x_{n+1} = \frac{2}{3} \left(x_n + \frac{a}{2x_n^2} \right), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

2. При некоторых заданных x, N и E , определяемых вводом, вычислите сумму N слагаемых заданного вида, а также сумму тех слагаемых, которые по абсолютной величине больше E . Для второго случая выполните суммирование для двух значений E , отличающихся на порядок, и при этом определите количество слагаемых, включенных в сумму. Сравните результаты с точным значением функции, для которой данная сумма определяет приближенное значение при x , лежащем в интервале $(-R, R)$.

- 1) $\frac{\sin(x)}{x} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} + \dots \quad (R = \infty);$
- 2) $e^{-x^2} = 1 - \frac{x^2}{1!} + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \dots \quad (R = \infty);$
- 3) $\ln(x + \sqrt{x^2 + 1}) = x - \frac{1}{2} \cdot \frac{x^3}{3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{x^5}{5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{x^7}{7} + \dots \quad (R = 1);$
- 4) $\text{arctg}(x) = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} - \dots \quad (R = 1);$
- 5) $\text{arcsin}(x) = x + \frac{1}{2} \cdot \frac{x^3}{3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{x^5}{5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \cdot \frac{x^7}{7} + \dots \quad (R = 1);$

$$6) \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} = 1 + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}x^4 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}x^6 + \dots \quad (R=1);$$

$$7) \frac{1}{\sqrt{1+x}} = 1 - \frac{1}{2}x + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}x^2 - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}x^3 + \dots \quad (R=1);$$

$$8) \frac{1}{(1+x)^3} = 1 - \frac{2 \cdot 3}{2}x + \frac{3 \cdot 4}{2}x^2 - \frac{4 \cdot 5}{2}x^3 + \dots \quad (R=1);$$

$$9) \frac{1}{(1+x)^2} = 1 - 2 \cdot x + 3 \cdot x^2 - 4 \cdot x^3 + 5 \cdot x^4 - \dots \quad (R=1);$$

$$10) \frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + x^4 - \dots \quad (R=1);$$

$$11) \ln \frac{1+x}{1-x} = 2 \cdot \left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots \right) \quad (R=1);$$

$$12) \ln(1-x) = -\frac{x}{1} - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} - \dots \quad (R=1);$$

$$13) \ln(1+x) = \frac{x}{1} - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots \quad (R=1);$$

$$14) \operatorname{ch}(x) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (R=\infty);$$

$$15) \operatorname{sh}(x) = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (R=\infty);$$

$$16) \cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (R=\infty);$$

$$17) \sin(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (R=\infty);$$

$$18) e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \quad (R=\infty)$$

3. Пусть дано натуральное число n . Найдите наименьшее среди чисел

$$k^3 \cdot \sin\left(n + \frac{k}{n}\right), \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

4. Пусть дано натуральное число n . Найдите $a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n$, где

$$a_1 = b_1 = 1,$$

$$a_k = \frac{1}{2}(\sqrt{b_{k-1}} + \frac{1}{2}a_{k-1}), \quad b_k = 2a_{k-1}^2 + b_{k-1}, \quad k = 2, 3, \dots, n.$$

5. Проверить численно замечательные пределы:

a) первый: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(x)}{x} = 1$, задавая значения $x = 1; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}; \frac{1}{8} \dots$ до тех пор, пока исследуемое выражение будет отличаться от 1 менее, чем на заданную величину погрешности ε .

b) второй: $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$, задавая значения $n = 1; 2; 3 \dots$. При каком n исследуемое выражение будет отличаться от e менее, чем на заданную величину погрешности ε ?

Лабораторная работа № 7

Одномерные массивы

7.1. Цели работы

Научиться правильно описывать одномерные массивы, уметь инициализировать массивы, распечатывать содержимое массива. Научиться решать задачи на использование одномерных массивов.

7.2. Краткие теоретические сведения

Массив – это структурированный тип данных, который используется для описания упорядоченной совокупности фиксированного числа элементов одного типа, имеющих общее имя. Для обозначения элементов массива используются имя переменной-массива и индекс.

Перед выполнением работы необходимо изучить правила описания и использования переменных типа массив, типизированных констант типа массив.

7.3. Примеры решения типовых задач

1. Дан массив $X(N)$, $N \leq 20$. Получить новый массив $Y(N)$ такой, что в нем сначала идут положительные числа, затем нулевые, и затем отрицательные из X .

```

program Example_7_3_1;
uses
  WinCrt;
var
  N, i, k : Integer;
  X, Y: array [1 .. 20] of Real;
  
```

```

begin
  Write (' Введите N = ');
  ReadLn (N);
  for i := 1 to N do
  begin
    Write (' X [', i, ' ] = ');
    ReadLn (X [i])
  end;
  k := 0;
  for i := 1 to N do
  if X [i] > 0 then
  begin
    k := k + 1;
    Y [k] := X [i]
  end;
  for i := 1 to N do
  if X [i] = 0 then
  begin
    k := k + 1;
    Y [k] := X [i]
  end;
  for i := 1 to N do
  if X [i] < 0 then
  begin
    k := k + 1;
    Y [k] := X [i]
  end;
  Write (' О т в е т : полученный массив ');
  for i := 1 to N do
    Write (Y [i] : 5 : 1, ' ');
end.

```

2. Найти наибольший элемент числового массива $A = (a_1, a_2, \dots, a_N)$, $N \leq 20$ и его номер.

```

program Example_7_3_2;
uses
  WinCrt;
type
  Mas = array [1 .. 20] of Real;
var
  A: Mas;

```

```

i, N, imax: Integer;
Amax : Real;
begin
  Write (' Введите N = ');
  ReadLn (N); { ввод количества элементов массива A }
  Write (' Введите элементы массива A ');
  for i := 1 to N do
  begin
    Write (' A [', i, ' ] = ');
    ReadLn (A [i]) { ввод значений элементов массива A }
  end;
  { Поиск максимального элемента }
  Amax := A [1];
  imax := 1; { номер элемента с максимальным значением }
  for i := 2 to N do
  if A [i] > Amax then
  begin
    Amax := A [i];
    imax := i
  end;
  WriteLn;
  { Вывод результата }
  WriteLn (' Наибольший элемент ', imax, ' -й ');
  WriteLn (' Его значение ', Amax : 5 : 1);
end.

```

7.4. Контрольные задания

1. Пусть дано натуральное число n и вещественные числа a_1, \dots, a_n . В последовательности a_1, \dots, a_n все отрицательные элементы увеличьте на 0,5, а все неотрицательные, которые меньше среднего арифметического, замените на 0,1.

2. Пусть дано натуральное число n и вещественные числа a_1, \dots, a_n . Получите сумму положительных, число отрицательных и число нулевых элементов последовательности a_1, \dots, a_n .

3. Пусть вводится последовательность символов, заканчивающаяся точкой. Напечатайте те строчные латинские буквы, которые не вошли во введенную последовательность.

4. Пусть даны целые числа a_1, \dots, a_{25} , b_1, \dots, b_{25} . Преобразуйте последовательность b_1, \dots, b_{25} по правилу, согласно которому если $a_i \leq 0$, то b_i увеличивается в 10 раз, иначе b_i заменяется нулем ($i = 1, \dots, 25$).

5. Пусть даны вещественные числа a_1, \dots, a_{25} . Требуется умножить все элементы последовательности a_1, \dots, a_{25} на квадрат ее наименьшего элемента, если $a_i \geq 0$, и на квадрат ее наибольшего элемента, если $a_i < 0$.

6. Пусть даны целые числа a_1, \dots, a_m , каждое из которых отлично от нуля. Если в последовательности отрицательные и положительные элементы чередуются, то ответом должна служить сама исходная последовательность. Иначе получите все отрицательные элементы последовательности, сохранив порядок их следования.

7. Пусть дана последовательность из 100 различных целых чисел. Найдите среднее арифметическое чисел этой последовательности, расположенных между первым максимальным и последним минимальным числами (в сумму включить и оба этих числа).

8. Пусть даны целые числа a_1, \dots, a_{20} . Преобразуйте эту последовательность по правилу: большее из a_i и a_{10+i} ($i = 1, \dots, 10$) примите в качестве нового значения a_i , меньшее – в качестве нового значения a_{10+i} .

9. В массиве из 20 целых чисел найдите наибольший элемент среди отрицательных (считайте, что такой элемент один) и поменяйте его местами с первым элементом.

10. Пусть даны натуральные числа n, a_1, \dots, a_n . Определите количество элементов a_k последовательности a_1, \dots, a_n :

- а) являющихся нечетными числами;
- б) кратных 3 и не кратных 5;
- в) являющихся квадратами четных чисел;
- г) удовлетворяющих условию $a_k < \frac{a_{k-1} + a_{k+1}}{2}$;
- е) удовлетворяющих условию $2^k < a_k < k!$;
- ф) имеющих четные порядковые номера и являющихся нечетными числами.

11. Пусть даны вещественные числа $a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n$. Вычислите произведение $(a_1 + b_n) \cdot (a_2 + b_{n-1}) \cdot \dots \cdot (a_n + b_1)$.

12. Пусть дан массив из N элементов. Каждый отрицательный элемент замените полусуммой тех двух элементов, которые стоят рядом с ним справа и слева.

13. Пусть даны вещественные числа a_1, \dots, a_{15} . Получите

$$\tilde{a} = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} a_i, \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{15} (a_i - \tilde{a})^2}{14}}$$

14. Пусть даны вещественные числа $a_{1955}, a_{1956}, \dots, a_{2006}$ – количество осадков, мм, выпавших в Воронеже за последние 52 года. Вычислите среднее количество осадков и отклонение от среднего для каждого года.

15. Пусть даны вещественные числа a_1, \dots, a_{20} . Получите числа b_1, \dots, b_{20} , где b_i – среднее арифметическое всех элементов последовательности a_1, \dots, a_{20} , кроме a_i ($i = 1, \dots, 20$).

16. Пусть даны натуральные числа n_1, \dots, n_{30} , вещественные числа x_1, \dots, x_{30} . Вычислите

$$\frac{n_1 x_1 + \dots + n_{30} x_{30}}{n_1 + \dots + n_{30}}$$

17. Пусть даны две последовательности по 30 целых чисел в каждой. Найдите наименьшее среди тех чисел первой последовательности, которые не входят во вторую последовательность.

18. Пусть дана последовательность из 20 целых чисел. Определите количество инверсий в этой последовательности (т.е. таких пар элементов, в которых большее число находится слева от меньшего: $x_i > x_j$ при $i < j$).

19. Пусть дан текст из строчных латинских букв, за которым следует точка. Напечатайте в алфавитном порядке все буквы, которые входят в этот текст по одному разу.

Лабораторная работа № 8

Двумерные массивы

8.1. Цели работы

Научиться правильно описывать двумерные массивы, уметь их инициализировать, распечатывать содержимое. Научиться решать задачи на использование двумерных массивов.

8.2. Краткие теоретические сведения

В отличие от одномерных массивов элементы двумерных массивов имеют не один индекс, а два. Геометрически двумерный массив удобно представлять в виде таблицы с пронумерованными строками и столбцами (первый индекс отвечает за номер строки, второй – за номер столбца).

8.3. Примеры решения типовых задач

1. Подсчет суммы элементов двумерного массива A размером 10×3 .

```

program Example_8_3_1;
uses
  WinCrt;
var
  A: array [1..10, 1..3] of Integer;
  i, j, S: Integer;
begin
  WriteLn (' Введите 30 элементов массива ');
  S := 0;
  for i := 1 to 10 do
    for j := 1 to 3 do
      begin
        Read ( a[i,j] );
        S := S + a[i,j];
      end;
    WriteLn (' Сумма элементов массива = ', S )
  end.

```

2. В матрице A размером $m \times n$ найти минимальный элемент каждого столбца матрицы. Элементы двумерного массива задаются с помощью генератора случайных чисел.

```

program Example_8_3_2;
uses
  WinCrt;
const
  m = 3;
  n = 3;
var
  A: array [1..m, 1..n] of Integer;
  Min, i, j: Integer;
begin
  Randomize; { инициализация генератора случайных чисел }
  WriteLn (' Заполнение массива A значениями ');
  for i := 1 to m do
    begin
      for j := 1 to n do
        begin
          a [i, j] := random (41) - 20;
          Write (a[i,j], ' ');
        end;
      WriteLn;
    end;

```

```

end;
for j := 1 to n do
  begin
    min := a[1,j];
    for i := 1 to m do
      if a[i,j] < min then
        min := a[i,j];
    WriteLn (' min элемент ', j, '-го столбца матрицы A =', min);
  end;
end.

```

8.4. Контрольные задания

1. Пусть даны целые числа a_1, a_2, a_3 . Получите целочисленную матрицу B размером 3×3 , для которой $b_{ij} = a_i - 3a_j$.

2. Пусть даны вещественные числа $a_1, \dots, a_{10}, b_1, \dots, b_{20}$. Получите вещественную матрицу C размером 10×20 , для которой $c_{ij} = \frac{a_i}{1 + |b_j|}$.

3. Получите целочисленную матрицу A размером 8×14 , для которой $a_{ij} = i + 2j$.

4. Получите вещественную матрицу A размером 23×17 , для которой:

$$a) a_{ij} = \frac{1}{i + j};$$

$$b) a_{ij} = \begin{cases} \sin(i + j), & i < j, \\ 1, & i = j, \\ \arcsin \frac{i + j}{2i + 3j}, & i > j. \end{cases}$$

5. Получите вещественную матрицу A размером 7×7 , первая строка которой задается формулой

$$a_{1j} = 2j + 3 \quad (j = 1, \dots, 7),$$

вторая строка – формулой

$$a_{2j} = j - \frac{3}{2 + 1/j} \quad (j = 1, \dots, 7),$$

а каждая следующая строка есть сумма двух предыдущих.

6. Пусть дано натуральное число n и вещественная матрица размером $n \times 9$. Найдите среднее арифметическое элементов:

- a) каждого из столбцов;
- b) каждого из столбцов, имеющих четные номера.

7. Пусть дано натуральное число n . Выясните, сколько положительных элементов содержит матрица A размером $n \times n$ при выполнении перечисленных условий:

a) $a_{ij} = \sin\left(i + \frac{j}{2}\right)$;

b) $a_{ij} = \cos(i^2 + n \cdot j)$;

c) $a_{ij} = \sin\left(\frac{i^2 - j^2}{n}\right)$.

8. Пусть дана вещественная матрица размером $n \times m$, в которой не все элементы равны нулю. Получите новую матрицу путем деления всех элементов данной матрицы на ее наибольший по модулю элемент.

9. Пусть даны: натуральное число m , целые числа a_1, \dots, a_m и целочисленная квадратная матрица порядка m . Строку с номером i назовем отмеченной, если $a_i > 0$, и неотмеченной – в противном случае.

a) Все элементы, расположенные в отмеченных строках матрицы, преобразуйте по правилу: отрицательные элементы заменить на -1 , положительные – на 1 , а нулевые оставить без изменения.

b) Подсчитайте число отрицательных элементов матрицы, расположенных в отмеченных строках.

10. Пусть дана вещественная квадратная матрица порядка 12. Замените нулями все ее элементы, расположенные на главной диагонали и выше ее.

11. Пусть даны вещественные числа x_1, \dots, x_8 . Получите квадратную матрицу порядка 8, образованную по правилу:

a)
$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_8 \\ x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_8^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^8 & x_2^8 & \dots & x_8^8 \end{pmatrix};$$

b)
$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ x_1 & x_2 & \dots & x_8 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^7 & x_2^7 & \dots & x_8^7 \end{pmatrix}.$$

12. Пусть дана вещественная матрица размером $m \times n$. Определите числа a_1, \dots, a_m , равные соответственно:

- a) суммам элементов строк;
- b) произведениям элементов строк;
- c) наименьшим значениям элементов строк;
- d) значениям средних арифметических элементов строк;
- e) разностям наибольших и наименьших значений элементов строк.

13. Все элементы с наибольшим значением в данной целочисленной квадратной матрице порядка 10 замените нулями, если эти элементы не принадлежат первой или последней строкам.

14. Пусть дана вещественная матрица размером 6×6 . Найдите среднее арифметическое наименьшего и наибольшего ее элементов, расположенных ниже побочной диагонали.

15. Пусть дана вещественная матрица размером $m \times 4$. Найдите значение наибольшего по модулю элемента матрицы и укажите его местоположение в матрице.

16. В данной вещественной квадратной матрице порядка n найдите сумму элементов строки, в которой расположен элемент с наименьшим значением. Предполагается, что такой элемент единственный.

17. В данной вещественной матрице размером 6×9 поменяйте местами строку, содержащую элемент с наибольшим значением, со строкой, содержащей элемент с наименьшим значением. Предполагается, что эти элементы единственные.

18. В данной квадратной целочисленной матрице порядка 17 укажите индексы всех элементов с наибольшим значением, не принадлежащих главной или побочной диагоналям.

19. Пусть дана вещественная матрица размером $m \times n$, все элементы которой различны. В каждой строке выберите элемент с наименьшим значением, затем среди этих чисел выберите наибольшее. Укажите индексы найденного элемента.

20. Пусть дана вещественная матрица размером $n \times m$. Получите последовательность b_1, \dots, b_m , где b_k – это:

- a) наибольшее из значений элементов k -й строки;
- b) сумма наибольшего и наименьшего из значений элементов k -й строки;
- c) количество отрицательных элементов в k -й строке;
- d) произведение квадратов тех элементов k -й строки, модули которых принадлежат отрезку $[1; 1,5]$.

21. Пусть дана целочисленная квадратная матрица порядка 8. Найдите наименьшее из значений элементов столбца, который обладает наибольшей суммой модулей элементов. Если таких столбцов несколько, надо взять первый из них.

22. Пусть дано натуральное число n и целочисленная квадратная матрица порядка n . Получите b_1, \dots, b_n , где b_i – это:

- а) значение первого по порядку положительного элемента i -й строки (если таких элементов нет, то принять $b_i = 1$);
- б) сумма элементов, расположенных за первым отрицательным элементом в i -й строке (если все элементы строки неотрицательны, то принять $b_i = 100$);
- в) сумма элементов, предшествующих последнему отрицательному элементу i -й строки (если все элементы строки неотрицательны, то принять $b_i = -1$).

23. Пусть дана целочисленная квадратная матрица порядка n . Найдите номера строк:

- а) все элементы которых – нули;
- б) все элементы которых одинаковы;
- в) все элементы которых четны;
- г) все элементы которых образуют монотонно убывающую или монотонно возрастающую последовательность;
- д) элементы которых образуют симметричные последовательности, т.е. одинаковые относительно центра исходной последовательности.

24. Пусть даны натуральное число n , вещественное число x , вещественная матрица размером $n \times 2n$. Получите последовательность b_1, \dots, b_n из нулей и единиц, где $b_i = 1$, если элементы i -й строки матрицы не превосходят x и $b_i = 0$ в противном случае.

25. Пусть дана вещественная квадратная матрица порядка n . Постройте последовательность вещественных чисел a_1, \dots, a_n по правилу: если в i -й строке матрицы элемент, принадлежащий главной диагонали, отрицателен, то элемент a_i равен сумме положительных элементов i -й строки, в противном случае a_i равен произведению отрицательных элементов i -й строки.

26. Пусть дана вещественная квадратная матрица порядка 17. В строках с отрицательным элементом на главной диагонали найдите:

- а) сумму элементов;
- б) наибольший из элементов.

27. Пусть дана вещественная квадратная матрица порядка 9. Получите целочисленную квадратную матрицу того же порядка, в которой элемент равен единице, если соответствующий ему элемент исходной матрицы больше элемента, расположенного в его строке на главной диагонали, и равен нулю – в противном случае.

28. Пусть дана целочисленная квадратная матрица порядка 15. Выясните, имеются ли в матрице ненулевые элементы, и если имеются, то укажите индексы:

- а) одного из нулевых элементов;
- б) всех нулевых элементов.

29. Пусть даны натуральные числа $i, j (1 \leq i, j \leq 24)$ и вещественная матрица размером 18×24 . Поменяйте в матрице местами i -й и j -й столбцы.

30. Пусть даны натуральное число n и вещественная квадратная матрица порядка n . Постройте последовательность b_1, \dots, b_n из нулей и единиц, в которой $b_i = 1$ тогда и только тогда, когда в i -й строке матрицы есть хотя бы один отрицательный элемент.

31. Найдите сумму квадратов тех элементов a_{ij} квадратной матрицы A порядка 10, для которых выполняются условия:

$$2 \leq i \leq 9, 2 \leq j \leq 9, a_{ij} \geq \frac{a_{i-1,j} + a_{i,j-1} + a_{i+1,j} + a_{i,j+1}}{4}.$$

32. Пусть дана целочисленная квадратная матрица $A(a_{ij})$ размерности n . Получите b_1, \dots, b_n , где b_i равен:

- а) $\sum_{j=1}^n a_{ij}^2$;
- б) $\sum_{j=1}^n (-1)^{i+j} a_{ij}$;
- в) $\prod_{j=1}^n a_{ij}$;
- г) $\prod_{j=1}^n |a_{ij}|$;
- д) $\max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \cdot \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$.

33. Пусть дана символьная квадратная матрица порядка 10. Замените буквой «а» все ее элементы, расположенные выше главной диагонали.

34. Определите, является ли заданная целая квадратная матрица 9-го порядка магическим квадратом, то есть такой, в которой суммы элементов во всех строках и столбцах одинаковы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК
РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев В.К. Информатика в задачах, примерах, алгоритмах: сб. задач. – М.: Солон-Р, 2001. – 144 с.
2. Лабораторный практикум по информатике: учеб. пособие / под ред. В.А. Острейковского. – М.: Высш. шк., 2003. – 275 с.
3. Марченко А.И. Программирование в среде Turbo Pascal 7.0. Базовый курс / А.И. Марченко, Л.А. Марченко. – Киев: ВЕК+, 2003. – 315 с.
4. Немнюгин С.А. Изучаем Turbo Pascal / С.А. Немнюгин, Л.В. Перколаб. – СПб.: Питер, 2003. – 320 с.
5. Программирование на языке Паскаль: задачник / под ред. Усковой О.Ф. – СПб.: Питер, 2002. – 336 с.
6. Семакин И.Г. Основы программирования: учебник / И.Г. Семакин, А.П. Шестаков. – М.: Мастерство, 2001. – 430 с.
7. Юркин А.Г. Задачник по программированию. – СПб.: Питер, 2002. – 192 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРОСТЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ ЯЗЫКА ПАСКАЛЬ

Таблица П.1.1

Целые типы данных

Тип	Диапазон	Размер в байтах
Byte (целое длиной в байт)	0 .. 255	1
Shortint (короткое целое)	-128 .. 127	1
Integer (целое)	-32768 .. 32767	2
Word (целое длиной в слово)	0 .. 65535	2
Longint (длинное целое)	-2147483648 .. 2147483647	4

Таблица П.1.2

Действительные (вещественные) типы данных

Тип	Диапазон	Значение цифры	Размер в байтах
Real (действительный)	$2.9 * 10^{-39} .. 1.7 * 10^{38}$	11-12	6
Single (одинарной точности)	$1.5 * 10^{-45} .. 3.4 * 10^{38}$	7-8	4
Double (двойной точности)	$5.0 * 10^{-324} .. 1.7 * 10^{308}$	15-16	8
Extended (расширенной точности)	$3.6 * 10^{-4951} .. 1.1 * 10^{4932}$	19-20	10
Comp (вычислительный)	$-2^{63} + 1 .. 2^{63} - 1$	19-20	8

Логический тип Boolean (размер – 1 байт) представляет собой тип данных, любой элемент которого может принимать лишь два значения: **True** (истина) и **False** (ложь). При этом справедливо: $False < True$. Отметим, что для совместимости с оболочкой Windows в Turbo Pascal, начиная с версии 7.0, также используются логические типы: **ByteBool** (размер – 1 байт), **WordBool** (размер – 2 байта) и **LongBool** (размер – 4 байта), для которых справедливо: $False < True$.

Символьный тип Char представляет собой символ (литеру) из множества символов ASCII (Американский стандартный код для обмена информацией). Каждому символу соответствует свой код. Например, латинская 'A' имеет код 65, 'B' – 66, 'z' – 122. Сравниваются величины символьного типа по своим кодам: 'A' < 'B', так как 65 < 66.

Перечисляемый тип не является стандартным и определяется заключенным в круглые скобки набором идентификаторов, разделенных запятыми. Например:

```
type
  TMode = (mRead, mEdit, mWrite);
```

Отметим, что здесь важен порядок перечисления идентификаторов, так как им присваиваются индексы (начиная с 0). Кроме того, один и тот же идентификатор можно использовать в определении только одного перечисляемого типа.

Ограниченный тип (тип – диапазон) задается указанием минимального и максимального значения. Например:

```
type
  Numbers = 1 .. 12; { числа от 1 до 12 }
  Letters = 'A' .. 'F'; { буквы от A до F }
```

Порядковыми типами данных являются все типы, перечисленные в данном приложении за исключением действительного (вещественного) типа данных. Над величинами порядкового типа можно выполнять ряд действий, используя функции, приведенные в табл. П.1.3.

Таблица П.1.3

Функции для величин порядкового типа

Функция	Аргумент	Возвращаемое значение	Тип	
			аргумента	результата
Odd	выражение целого типа	True для нечетного аргумента; False – в противном случае	Longint	Boolean
Ord	выражение порядкового типа	порядковый номер значения данного выражения	порядковый	Longint
Pred	выражение порядкового типа	величина, предшествующая значению данного выражения	порядковый	порядковый того же типа
Succ	выражение порядкового типа	величина, следующая для значения данного выражения	порядковый	порядковый того же типа
High	переменная порядкового типа	максимально возможное значение в диапазоне типа	порядковый	порядковый того же типа
Low	переменная порядкового типа	минимально возможное значение в диапазоне типа	порядковый	порядковый того же типа

Например:

```
Odd (8) = False; Odd (3) = True;
Ord ('A') = 65;
Pred (7) = 6; Pred (-4) = -5; Pred ('D') = 'C';
Succ (6) = 7; Succ (-5) = -4; Succ ('C') = 'D';
High (Byte) = 255;
Low (Shortint) = -128.
```

Для порядковых типов также определены процедуры инкремента Inc и декремента Dec. Они соответственно увеличивают или уменьшают порядковый номер своего аргумента. Так, например, Inc (J) эквивалентно J := Succ (J) и, если J – целое число, то это является аналогом: J := J + 1. Также возможно явное задание величины смещения: Inc (J, 15) эквивалентно J := J + 15. Применение Inc и Dec вместо операций присвоения дает оптимизированный (более быстрый в исполнении) код, что особенно полезно в больших циклах.

Функция Ord по своей сути является функцией преобразования порядкового типа в целый тип. Другие функции преобразования типа представлены в табл. П.1.4.

Таблица П.1.4

Функции преобразования типа

Обращение	Назначение	Тип	
		аргумента	результата
Chr(X)	возвращает символ, соответствующий указанному значению кода ASCII	Byte	Char
Round(X)	округляет число вещественного типа до ближайшего целого	Real	Longint
Trunc(X)	округляет число вещественного типа путем отбрасывания дробной части	Real	Longint

Например:

```
Chr (66) = 'B';
Chr (Ord ('A')) = 'A';
Round (15.75) = 16;
Trunc (15.75) = 15.
```

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ. АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ И ФУНКЦИИ

Таблица П.2.1

Логические операции

Операнды		Операции			
A	B	not A	A and B	A or B	A xor B
False	False	True	False	False	False
False	True	True	False	True	True
True	False	False	False	True	True
True	True	False	True	True	False

Таблица П.2.2

Арифметические операции

Знак	Операция	Тип	
		аргумента	результата
+	сложение	целый	целый
		хотя бы один вещественный	вещественный
-	вычитание	целый	целый
		хотя бы один вещественный	вещественный
*	умножение	целый	целый
		хотя бы один вещественный	вещественный
/	деление	целый или вещественный	вещественный
div	целочисленное деление	целый	целый
mod	остаток от деления	целый	целый

При использовании знака операции **div** или **mod** он должен быть отделен от операндов хотя бы одним пробелом.

Например:

20 div 3 = 6;
 345 div 10 = 34;
 20 mod 3 = 2;
 178 mod 2 = 0.

Арифметические функции

Обращение	Назначение	Тип	
		аргумента	результата
Abs(X)	возвращает абсолютное значение (модуль - X) аргумента	целый	целый
		вещественный	вещественный
ArcTan(X)	возвращает арктангенс аргумента	Real	Real
Cos(X)	возвращает косинус аргумента, задающего угол в радианах	Real	Real
Exp(X)	возвращает экспоненциальное значение аргумента (e^X)	Real	Real
Frac(X)	возвращает дробную часть аргумента	Real	Real
Int(X)	возвращает целую часть аргумента	Real	Real
Ln(X)	возвращает натуральный логарифм аргумента	Real	Real
Pi	возвращает значение $\pi=3,1415926535897932385$	-	Real
Random	возвращает случайное число в диапазоне: [0;1)	-	вещественный
Random(k)	возвращает случайное число в диапазоне: [0;k)	целый	целый
Sin(X)	возвращает синус аргумента, задающего угол в радианах	Real	Real
Sqr(X)	возвращает квадрат аргумента ($X^2 = X * X$)	целый	целый
		вещественный	вещественный
Sqrt(X)	возвращает квадратный корень аргумента (\sqrt{X})	Real	Real

Точность вычисления числа π зависит от того, работает ли компилятор в режиме с математическим сопроцессором или только в режиме программного обеспечения.

Порядок действий при вычислении выражений определяется по следующей схеме приоритетов (табл. П.2.4).

Приоритеты действий при вычислении выражений

Группа	Тип действий	Операции или элементы
1	вычисления в круглых скобках	()
2	вычисления значений функции	функции
3	унарные (единичные) операции	not, - (одноместный минус)
4	операции типа умножения	*, /, div, mod, and
5	операции типа сложения	+, -, or, Xor
6	операции отношения	=, <>, <, >, <=, >=

Структура программы

Структура программы в общем виде представляется следующим образом:
program Имя_Программы (параметры); { **program** Hello (Input, Output); }

```

uses
  Список_Используемых_Модулей; { uses WinCrt; }
label
  Описания_Меток; { label 1, Quit; }
type
  Описания_Типов; { TMyType = Integer; }
const
  Описания_Констант; { ArraySize = 100; }
var
  Описания_Переменных; { MyArray: array [1 .. ArraySize] of TMyType; }
procedure { объявления процедур }
function { объявления функций }
begin
  операторы; { операторы основной программы }
end.

```

Отметим, что из приведенных выше разделов структуры программы единственным обязательным является операторный блок: **begin ... end.**

Описание меток без обращения к ним оператором **goto**, осуществляющим безусловный переход, является бессмысленным. Использование оператора **goto** и меток в большинстве случаев противоречит принципам структурного программирования и, как следствие этого, является плохим стилем.

Кроме простых констант в языке Паскаль допускается использование константных выражений, которые могут быть вычислены во время компиляции программы.

Объявления процедур и функций могут содержать свои подразделы: **uses**, **label**, **type**, **const**, **var** и обязательно содержат свой операторный блок **begin ... end.**

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Лабораторная работа № 1. Запись арифметических выражений на Паскале	4
Лабораторная работа № 2. Линейные алгоритмы	6
Лабораторная работа № 3. Условный оператор If	8
Лабораторная работа № 4. Оператор выбора Case	11
Лабораторная работа № 5. Оператор безусловного перехода Goto и операторы цикла	14
Лабораторная работа № 6. Итерационные циклы	19
Лабораторная работа № 7. Одномерные массивы	23
Лабораторная работа № 8. Двумерные массивы	27
Библиографический список рекомендуемой литературы	34
Приложение 1. Простые типы данных языка Паскаль	35
Приложение 2. Логические операции. Арифметические операции и функции. Структура программы	38

ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ПАСКАЛЬ

Методические указания
 к выполнению лабораторных работ
 по курсам «Информатика»; «Информатика и программирование»
 для студентов очного обучения всех специальностей

Составители: ст. преп. Ефимова Ольга Евгеньевна,
 к.т.н., доц. Распопов Андрей Вячеславович,
 к.т.н., доц. Меркулов Дмитрий Васильевич

Редактор Бетина Е.В.

Подписано в печать 31.01.2007 Формат 60x48 1/16. Уч.- изд. л. 2,5.
 Усл.- печ. л. 2,6. Бумага писчая. Тираж 500 экз. Заказ № 46.

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии Воронежского
 государственного архитектурно-строительного университета
 394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84