



Основы программирования

Учитель информатики и ИКТ
ГООУ г.Москвы СОШ №310
«У Чистых прудов»
Цыбикова Т.Р.



Тема 6.

МАССИВЫ





Массивы

В рассмотренных ранее примерах программ производилась обработка одиночных данных – значений простых переменных.

При решении практических задач данные объединяются в различные структуры, наиболее простыми из которых являются массивы.

Массив – именованный набор с фиксированным количеством однотипных данных.

- В массивы объединены результаты экспериментов, списки фамилий сотрудников, различные сложные структуры данных.
- Так, список из классного журнала 10 «А» является массивом.

• В массиве могут быть одинаковые данные, поэтому элементы массивы различаются по своим порядковым номерам



Массивы

- Если каждый элемент имеет один порядковый номер, то такой массив называется **одномерным**, если два – то это **таблица** из строк и столбцов.
- Для таблиц **первый номер** элемента показывает **строку**, а **второй – столбец**, на пересечении которых находится элемент.
- Все строки таблицы имеют одинаковую длину.
- Одномерный массив может быть числовой последовательностью с известным количеством членов.
- Так же, как и в последовательности, в массиве можно указать элемент с конкретным номером, например a_5 , или записать общий вид элемента, используя в качестве индекса переменную и указывая диапазон ее изменения:
 $a_i, i=1, 2, \dots, n.$



Задачи на обработку массивов могут иметь различную формулировку.

Например, начинаться со слов: **«Дано n чисел...»**, а далее говорится, что требуется сделать с этими числами.

Чтобы решить такую задачу на компьютере с использованием языка программирования Паскаль, необходимо выполнить следующее:

1. **определить, какие числа даны**: целые или вещественные (если об этом конкретно не сказано, то лучше считать их вещественными);
2. **назвать весь массив одним именем**, которое будет использоваться для каждого элемента, только к нему добавится номер этого элемента (**индекс**);
3. **описать массив в разделе переменные var**, тем самым отведя место в памяти для массива;

Ввести данные в память.



В описании массива

- В описании массива имеется специальное слово **array** (массив), после которого в квадратных скобках через две точки указывается диапазон изменения номеров элементов, затем слово **of** (из) и пишется тип данных массива.
- Встретив описание массива, транслятор отводит для него столько последовательных ячеек, сколько указано в квадратных скобках, и такого формата, каков тип данных массива.
- Эту память в программе можно использовать целиком или частично, вычисляя значения элементов массива или вводя их с клавиатуры (либо с диска).
- Чаще всего номера элементов меняются от 1 до заданного числа n .
- Поместив значение n в разделе констант (**const**), в описании можно указать в качестве переменной n последнее значение (верхнюю границу).

```
const n=10;
```

```
var a: array [1..n] of real;
```



Пример описания:

```
const n=10;  
var a: array [1..n] of real;
```

- Это описание означает, что для массива a будет отведено десять ячеек оперативной памяти по шесть байтов каждая. Имена ячеек a_1, a_2, \dots, a_{10} . В паскале эти имена будут записаны следующим образом: $a[1], \dots, a[10]$.
- В описании после имени массива a ставится двоеточие, за которым указывается тип данного – массив. Если в программе несколько массивов одного размера и типа, то, как и для простых переменных, их имена можно перечислить через запятую, а потом, после двоеточия, указать описание массива.



Для ввода данных в память необходимо организовать цикл.

- Поскольку число повторений ввода данных известно, удобно использовать цикл **пересчет**. Ввод описанного массива а может иметь вид:

```
for i:=1 to n do  
  read (a[i]);
```

- Вводимые значения набираются на клавиатуре **через пробел** и нажимается <Enter>.
- Можно ввод прокомментировать и вводить каждое данное на отдельной строке экрана (см. программу E12 modif):

```
for i:=1 to n do  
  begin  
    write('a[', i, ']=');  
    readln (a[i]);  
  end;
```




Обработка массивов

- При обработке массивов решение многих задач основывается на следующих, более **простых**, задачах:
 - вычисление суммы (произведения) элементов массива;
 - нахождение наибольшего (наименьшего) элемента;
 - упорядочение элементов по возрастанию или убыванию.
- Рассмотрим эти базовые задачи.



Базовые задачи

Задача 1.

- Вычисление суммы элементов массива ничем не отличается, в принципе, от суммирования значений простых переменных (программа E11).
- Решение задачи состоит из трех основных этапов:
 - 1) **ввод данных;**
 - 2) **вычисление суммы;**
 - 3) **печать результатов.**

Вычисление суммы элементов массива.

```
program E12;  
const n=7;  
var a: array [1..n] of real; s:real; i: integer;  
begin  
  write('вводите элементы массива - ', n,  
    ' вещественных чисел через  
    пробел');  
  for i:=1 to n do  
    read (a[i]);  
  S:=0;  
  for i:=1 to n do  
    s:=s+a[i];  
  writeln;  
  write ('сумма элементов массива S=',  
    S);  
end.
```

Базовые задачи

Задача 1.

- Вычисление суммы элементов массива.

Выполнение программы вычисления суммы элементов массива предоставлено в таблице:

Исходные данные: 3, -2, 9, 7, -1, 6, 1							
i	1	2	3	4	5	6	7
$a[i]$	3	-2	9	7	-1	6	1
S	0	1	10	17	16	22	23



Pascal ABC

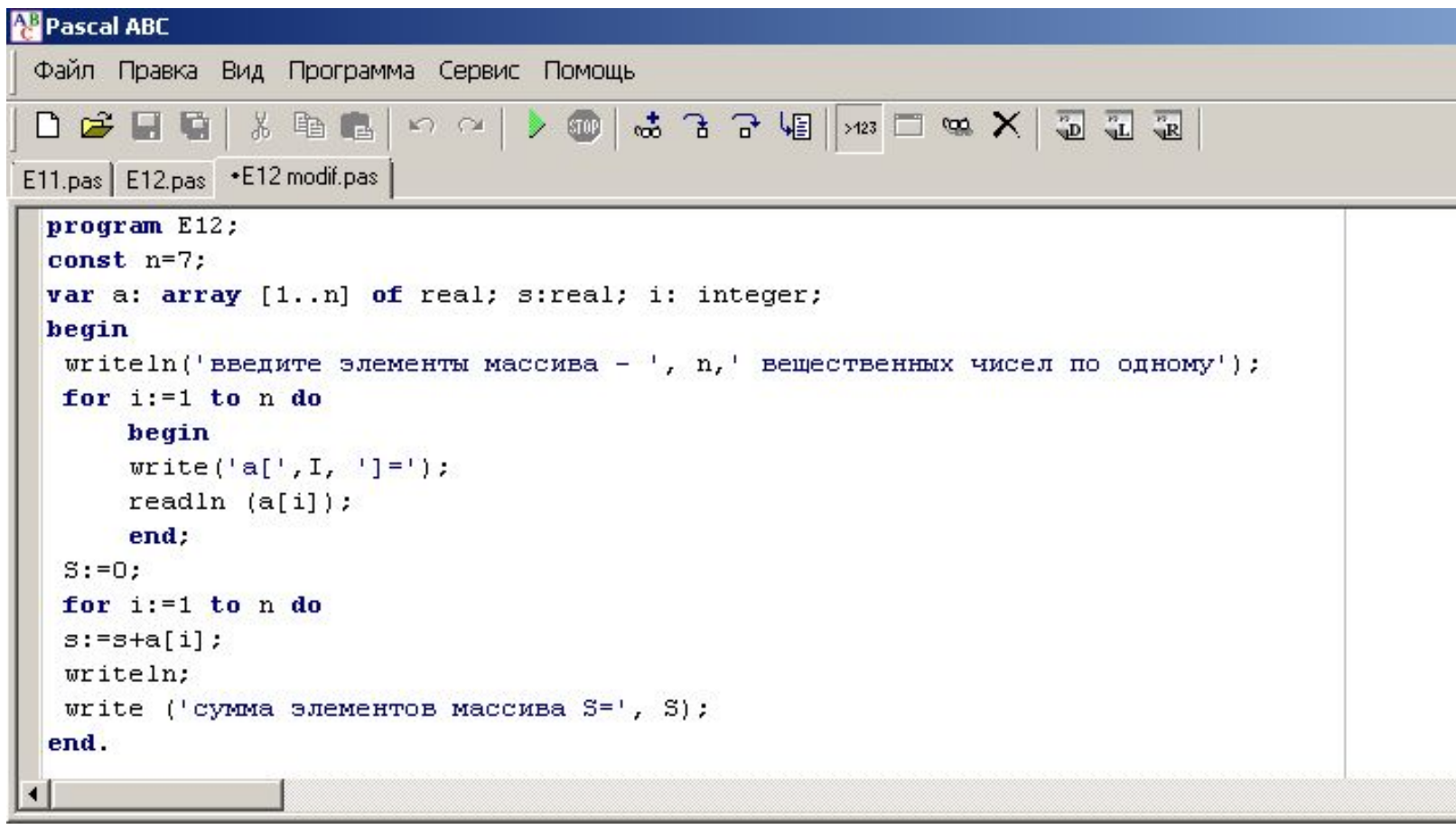
Файл Правка Вид Программа Сервис Помощь

E11.pas •E12.pas

```
program E12;  
const n=7;  
var a: array [1..n] of real; s:real; i: integer;  
begin  
  writeln('вводите элементы массива - ', n, ' вещественных чисел через пробел');  
  for i:=1 to n do  
    read (a[i]);  
  s:=0;  
  for i:=1 to n do  
    s:=s+a[i];  
  writeln;  
  write ('сумма элементов массива S=', S);  
end.
```

вводите элементы массива - 7 вещественных чисел через пробел
3 -2 9 7 -1 6 1

сумма элементов массива S=23



```
введите элементы массива - 7 вещественных чисел по одному  
a[1]=3  
a[2]=-2  
a[3]=9  
a[4]=7  
a[5]=-1  
a[6]=6  
a[7]=1
```

```
сумма элементов массива S=23
```



Базовые задачи

Задача 2.

2. Нахождение наибольшего элемента.

- В предыдущем примере производились вычисления, переменная S меняла свои значения в процессе решения задачи.
- Однако большинство задач, решаемых с помощью компьютера, являются **невычислительными**.
- К ним относится **задача поиска наибольшего элемента в массиве**.
- Трудность при разработке алгоритма решения заключается в том, что надо описать в виде команд компьютеру привычные для человека действия: **выделение большего из последовательности чисел**.



Базовые задачи

Задача 2.

2. Нахождение наибольшего элемента.

- Чтобы лучше представить себе, как последовательно просматривать и сравнивать между собой числа, записанные в памяти, вообразим, что каждое число написано на отдельной карточке и карточки сложены стопкой.
- В таком случае мы **первое число запомним сразу как наибольшее** и перевернем карточку.
- Теперь в нашем распоряжении два числа: одно видим, другое – помним. Сравнивая их между собой, запомним большее, т.е. если первое было больше, то запоминать новое не придется и надо смотреть следующую карточку.
- Если второе больше первого, то первое в дальнейшем помнить нет смысла и мы запомним второе.
- Таким образом, на каждом этапе сравнения мы будем помнить большее из просмотренных чисел и в конце решим задачу. Записав приведенные рассуждения в виде операторов, получим программу нахождения наибольшего значения. Промежуточные значения и ответ содержит переменная **max**.



Pascal ABC

Файл Правка Вид Программа Сервис Помощь

E11.pas | E12.pas | E12 modif.pas | *Program1.pas

```
program E13;
const n=7;
var a: array [1..n] of integer; max,i: integer;
begin
  for i:=1 to n do
    begin
      write('a[' ,I, ']=');
      readln (a[i]);
    end;
  max:=a[1];
  for i:=2 to n do
    if max<a[i] then max:=a[i];
  write ('наибольший элемент массива max=', max)
end.
```

a[1]=3
a[2]=-2
a[3]=9
a[4]=7
a[5]=-1
a[6]=6
a[7]=1
наибольший элемент массива max=9



Базовые задачи

Задача 3.

Упорядочение массива по возрастанию.

- Упорядочения массивов по какому-либо признаку называется также **сортировками**.
- Существуют различные методы сортировок, различающиеся, в основном, **по скорости получения результата**.
- Рассмотрим один из них – **«метод пузырька»**.
- Пусть имеется последовательность чисел a_1, a_2, \dots, a_n , которую необходимо упорядочить по возрастанию.
- **Зафиксируем первый элемент** и будем последовательно сравнивать его со стоящими справа.



Базовые задачи

Задача 3.

Упорядочение массива по возрастанию.

- Если какой-то из элементов справа окажется меньше первого, то мы поменяем местами этот элемент с первым и продолжим сравнение уже нового элемента, стоящего на первом месте, с оставшимися справа числами.
- Если снова выявится элемент, меньшей зафиксированного, то повторим перестановку.
- В результате первого просмотра последовательности на первом месте окажется наименьший из всех элементов, т. е. он, как более «легкий», как бы всплывает наверх (отсюда и название метода – «метод пузырька»).
- Теперь зафиксируем второй элемент и повторим просмотр, выполняя при необходимости перестановки элементов, и т.д.

Базовые задачи

Задача 3.

Упорядочение массива по возрастанию.

- Уяснив идею решения, остановимся на двух вопросах: **каким образом фиксировать элементы и как осуществить перестановку двух элементов?**
- Чтобы при переборе элементов, стоящих справа от проверяемого, не менялся индекс последнего, индексы фиксируемого и стоящих правее него элементов должны быть различными: **i и j** .
- Индекс **i** изменяется **от 1 до $n-1$** , индекс **j** всегда больше **i** и пробегает все значения **от $i+1$ до n** .
- Для каждого значения **i** индекс **j** должен последовательно принять все допустимые значения, *следовательно*, конструкция программы, отражающая полный перебор всех элементов и их упорядочение по возрастанию, представляет **двойной цикл**.
- При перестановке двух элементов местами используется третья переменная.
- Перестановка местами (обмен значениями в памяти) двух переменных **a и b** выглядит следующим образом: 1) $c := a$; 2) $a := b$; 3) $b := c$.



Программа сортировки методом пузырька имеет вид:

```
program E14;
const n=7;
var a: array [1..n] of real; i,j: integer; c:real;
begin
  for i:=1 to n do
    begin
      write('a[',I, ']=');
      readln (a[i]);
    end;
  for i:=1 to n-1 do
    for j:=i+1 to n do
      if a[i]>a[j]
      then begin
          c:=a[i];
          a[i]:=a[j];
          a[j]:=c
        end;
    writeln ('упорядоченный по возрастанию массив');
  for i:=1 to n-1 do
    write (' ',a[i]);
  end.
```

```
a[1]=3
a[2]=-2
a[3]=9
a[4]=7
a[5]=-1
a[6]=6
a[7]=1
упорядоченный по возрастанию массив
-2 -1 1 3 6 7
```



Базовые задачи

Задача 4.

Поиск элемента в массиве.

- Одна из важных невычислительных задач – **поиск данного значения среди элементов массива.**
- Такой поиск называется также поиском по ключу.
- На практике поиск осуществляется в упорядоченном массиве, причем имеются различные алгоритмы поиска.
- В данном примере осуществим **поиск путем сплошного перебора.**
- Если элемент найден, то напечатаем его номер, если нет, то выдадим соответствующее сообщение.
- Существенным является то, **какой из одинаковых элементов массива, равных данному нас интересует: первый встретившийся при поиске или последний.**



Базовые задачи

Задача 4.

Поиск элемента в массиве.

- В этом примере **будем искать первый**.
- Поиск осуществляется в **цикле**, и как только элемент найден, надо выйти из цикла.
- Для досрочного выхода из цикла **for** используем оператор **goto**.
- Если досрочный выход не произойдет, то значит, элемент, равный данному, в массиве отсутствует.
- В таком случае выдача сообщения об отсутствии элемента происходит сразу после цикла поиска.
- Следовательно, **чтобы обойти печать номера элемента, надо использовать еще один оператор goto и еще одну метку в программе.**



Программа поиска данного элемента в массиве:

```
program E15;
label 1,2;
const n=7;
var a: array [1..n] of real; x:real; i: integer;
begin
  writeln('введите элементы массива');
  for i:=1 to n do
    read(a[i]);
  writeln;
  write('введите число для поиска в массиве, x = ');
  readln (x);
  for i:=1 to n do
    if a[i]=x then goto 1;
  writeln ('такого числа в массиве нет');
  goto 2;
1:write ('номер элемента массива, равного данному, равен ',i);
2:end.
```

введите элементы массива
3 -2 9 7 -1 6 1

введите число для поиска в массиве, x = 1
номер элемента массива, равного данному, равен 7
введите элементы массива
3 -2 9 7 -1 6 1

введите число для поиска в массиве, x = 5
такого числа в массиве нет



Если искать не первый по порядку равный ключу элемент, а последний, то надо использовать цикл обратного пересчета:
for i: = n downto 1 do.

```
program E15;
label 1,2;
const n=7;
var a: array [1..n] of real; x:real; i: integer;
begin
  writeln('введите элементы массива');
  for i:=1 to n do
    read(a[i]);
  writeln;
  write('введите число для поиска в массиве, x = ');
  readln (x);
  for i:=n downto 1 do
    if a[i]=x then goto 1;
  writeln ('такого числа в массиве нет');
  goto 2;
1:write ('номер элемента массива, равного данному, равен ',i);
2:end.
```




Вопросы и задания

1. Чем отличается массив от файла?
2. Для чего необходимо описание массива?
3. Что надо сделать, чтобы начать решать на компьютере задачу, формулировка которой начинается со слов: «Дано n чисел...»?
4. Может ли массив содержать разнородные данные?
5. Можно ли в примере программы E12 ограничиться одним оператором цикла?
6. Что надо изменить в программе E13, чтобы осуществлялся поиск не наибольшего, а наименьшего элемента массива?
7. Какие изменения в программу E13 надо внести, чтобы одновременно со значением наибольшего числа определялся его порядковый номер?
8. Объясните работу двойного цикла в программе E14.
9. Измените программу E15 так, чтобы вместо цикла **пересчет** при поиске элемента использовался цикл **пока**. Примените переменную-флажок, которая до цикла имела бы нулевое значение, а в случае нахождения необходимого элемента изменила бы значение на 1. Как при этом обойтись без операторов **goto**?



Вопросы и задания

10. В заданной последовательности целых чисел определите количество и сумму элементов, кратных 10.
11. Дано n чисел. Найдите сумму чисел, больших заданного числа a .
12. В заданном массиве замените нулем наибольший элемент.
13. Найдите полупроизведение всех положительных элементов массива.
14. Найдите сумму квадратов неотрицательных элементов и количество положительных чисел в заданном целочисленном одномерном массиве.
15. В заданной вещественной последовательности поменяйте местами первый и наименьший элементы.
16. Дано n чисел. Замените все отрицательные числа их модулями.



17

Вычислите среднее арифметическое наибольшего и наименьшего из n чисел



Литература

- **А.А.Кузнецов, Н.В.Ипатова**
«Основы информатики», 8-9 кл.:
 - Раздел 3. ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ,
С.108-114