



СТРУКТУРИРОВАННЫЕ ТИПЫ ДАННЫХ. МАССИВЫ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АЛГОРИТМАХ

11 класс

Ключевые слова

- массив
- размерность массива
- описание массива
- типовые задачи обработки одномерных массивов за один просмотр
- сортировка массива: метод «пузырька», сортировка выбором



Массив



Массив – это поименованная совокупность однотипных элементов, упорядоченных по индексам, определяющим положение элемента в массиве.

Массив в языке Pascal – это набор однотипных данных, причём количество этих данных фиксировано и определяется при описании массива. Все переменные, входящие в массив, имеют одно и то же имя – имя массива, а различаются они по индексу – номеру (месту) в массиве.

Массив **Result**:

Индекс	0	1	2	3	4	5	6	7
Значение элемента	90	100	84	72	45	92	45	53

Массив **Season**:

Индекс	1	2	3	4
Значение элемента	'зима'	'весна'	'лето'	'осень'

Описание массива



Pascal

Описание массива выглядит так:

array [*<тип индекса>*] **of** *<тип компонент>*

Здесь:

- **array** и **of** – служебные слова («массив» и «из»);
- *<тип индекса>* – описание индексации компонент (элементов) массива;
- *<тип компонент>* – тип величин, составляющих массив.

Упражнение. Запишите описание массива, ориентируясь на его назначение.

Массив с фамилиями учащихся 11-го класса (всего 25 учащихся).

const n=25;

var Name: **array** [1 .. n] **of** string;

Наименование предмета		МЕСЯЦ	ЧИСЛО
1	Авдеев Иван		
2	Авдеев Иван		
3	Авдеев Иван		
4	Авдеев Иван		
5	Авдеев Иван		
6	Авдеев Иван		
7	Авдеев Иван		
8	Авдеев Иван		
9	Авдеев Иван		
10	Авдеев Иван		
11	Авдеев Иван		
12	Авдеев Иван		
13	Авдеев Иван		
14	Авдеев Иван		

Типовые задачи обработки одномерных массивов

Поиск элементов с заданными свойствами

Поиск максимумов и минимумов

Подсчёт элементов, удовлетворяющих условию

Проверка массива на упорядоченность

Удаление из массива элемента с индексом k

Вставка в массив элемента на место с индексом k

Перестановка элементов в обратном порядке

Сортировка массива. Метод «пузырька»

Сортировка выбором



Последовательный поиск в неупорядоченном массиве

Пример 3. Имеется массив $A [1..n]$. Найти элемент массива, равный p .
В алгоритмах поиска существует два возможных варианта окончания их работы: поиск может оказаться удачным – заданный элемент найден в массиве и определено его месторасположение, либо поиск может оказаться неудачным – необходимого элемента в данном объёме информации нет.

Возможный **алгоритм решения**:

1. Установить $i = 1$.
2. Если $A[i] = p$, алгоритм завершил работу успешно.
3. Увеличить i на 1.
4. Если $i \leq n$, то перейти к шагу 2. В противном случае алгоритм завершил работу безуспешно.



Последовательный поиск в неупорядоченном массиве



Pascal

Пример 3. Имеется массив $A [1..n]$. Найти элемент массива, равный p .

```
const n=5;
var A: array [1..n] of integer;
    i, p: integer;
begin
    writeln ('Ввод значений элементов массива:');
    for i := 1 to n do
        read (A[i]);
    write ('Ввод p: ');
    readln (p);
    i:=1;
    while (i<=n) and (A[i]<>p) do
        i:=i+1;
    if i=n+1 then writeln ('Искомое элемента в массиве нет')
        else writeln ('Искомый элемент A[' , i , ']' = ' , A[i])
end.
```



Поиск максимумов и минимумов

Пример 4. Имеется массив $A [1..n]$. Найти элемент массива с наименьшим значением.

Алгоритм поиска элемента с **наименьшим значением в неупорядоченном массиве:**

1. Установить значение текущего минимума равным первому исследуемому элементу.
2. Установить счетчик равным 2.
3. Если исследованы ещё не все элементы ($i \leq n$), то перейти к шагу 4, иначе алгоритм окончен (минимальный элемент равен \min).
4. Если рассматриваемый элемент меньше, чем текущий минимум, то минимуму присвоить значение текущего элемента.
5. Перейти к следующему элементу (увеличить i на единицу).
6. Перейти к шагу 3.



Поиск минимума



Pascal

Пример 4. Имеется массив $A [1..n]$. Найти элемент массива с наименьшим значением.

```
const n=5;
var A: array [1..n] of integer;
    i, min: integer;
begin
    writeln ('Ввод значений элементов массива:');
    for i := 1 to n do
        read (A[i]);
    min := A[1];
    i := 2;
    while (i<=n) do
        begin
            if A[i] < min then min := A[i];
            i := i+1
        end;
    writeln ('Минимум=', min)
end.
```



Подсчет элементов массива, удовлетворяющих некоторому условию

Зачастую бывает важно выяснить, сколько элементов, обладающих определённым свойством, содержится в массиве.

Пример 5. Имеется массив A $[1..n]$. Подсчитать количество элементов массива кратных некоторому числу p .

Алгоритм решения:

1. Присвоить нулевое значение переменной (счётчику), введённой для подсчёта количества элементов, удовлетворяющих заданному условию.
2. Организовать просмотр всех элементов массива: если просматриваемый элемент удовлетворяет заданному условию, значение счётчика увеличивать на 1.



Подсчет элементов массива, удовлетворяющих некоторому условию



Pascal

Пример 5. Имеется массив $A [1..n]$. Подсчитать количество элементов массива кратных некоторого числа p .

```
const n=5;
```

```
var A: array [1..n] of integer;
```

```
    i, p, k: integer;
```

```
begin
```

```
    writeln ('Ввод значений элементов массива:');
```

```
    for i := 1 to n do
```

```
        read (A[i]);
```

```
    writeln ('Ввод числа p:');
```

```
    readln (p);
```

```
    k := 0;
```

```
    for i := 1 to n do
```

```
        if A[i] mod p = 0 then k := k + 1;
```

```
    writeln ('k=', k)
```

```
end.
```



Проверка массива на упорядоченность

Пример 7. Имеется массив $A [1..n]$. Определить, упорядочены ли элементы массива по **неубыванию**, т. е. каждый элемент массива с 1-го по $(n - 1)$ -й не больше последующего.

Алгоритм решения

Самый простой путь решения этой задачи – проверить, есть ли в массиве такие пары элементов, что $A[i] > A[i + 1]$. Если подобные пары элементов есть, то массив не упорядочен по неубыванию, а если таких пар нет, то – упорядочен.

В программе будем использовать логическую переменную *flag*:

- если *flag* = *true*, то массив упорядочен;
- если *flag* = *false*, то массив неупорядочен.



Проверка массива на упорядоченность



Pascal

Пример 7. Имеется массив $A [1..n]$. Определить, упорядочены ли элементы массива по неубыванию.

```
const n=5;
var A: array [1..n] of integer;
    i: integer; flag: boolean;
begin
  writeln ('Ввод значений элементов массива:');
  for i := 1 to n do
    read (A[i]);
  flag := true;
  for i := 1 to n-1 do
    if a[i]>a[i+1] then flag:=false;
  if flag then writeln ('упорядочен')
    else writeln ('неупорядочен')
end.
```



Удаление из массива элемента с индексом k

Пример 8. Имеется массив $a[1..n]$. Удалить элемент с индексом k .

$k = 6$

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a[i]$	5	15	20	25	30	40	20	15	10	10

При удалении из массива любого из элементов размерность массива уменьшается на 1.

Мы видим, что элементы с индексами от 1 до $k - 1$ не изменились.

На место элемента с индексом k (6) переместился элемент, имевший индекс $k + 1$ (7), на место элемента с индексом $k + 1$ (8) переместился элемент, имевший индекс $k + 2$ (8) и т. д.

Фрагмент программы удаления из массива элемента с индексом k и последующим сдвигом всех расположенных справа от него элементов на одну позицию влево имеет вид:

```
for  $i := k$  to  $n-1$  do  
     $A[i] := A[i+1];$ 
```

Программа



Удаление из массива элемента с индексом k



Pascal

Пример 8. Имеется массив $A [1..n]$. Удалить элемент с индексом k .

```
const n=10;
var A: array [1..n] of integer;
    i, k: integer;
begin
    writeln ('Ввод значений элементов массива:');
    for i := 1 to n do
        read (a[i]);
    write ('Ввод индекса k: ');
    readln (k);
    for i := k to n-1
        do A[i] := A[i+1];
    writeln('Массив после обработки:');
    for i := 1 to n-1 do
        write (A[i], ' ')
    end.
```



Вставка элемента на место с индексом k

Пример 9. Добавить в массив элемент X на место с индексом k .

$k = 6$ $x = 50$

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$a[i]$	5	15	20	25	30	50	35	25	20

При вставке в массив ещё одного элемента размерность массива увеличивается на 1. Это надо учесть при описании массива.

Элементы с индексами от 1 до $k - 1$ не изменились.

На место элемента с индексом k (6) должен переместиться элемент, имевший индекс $k + 1$ (7), на место элемента с индексом $k + 1$ (8) – элемент, имевший индекс $k + 2$ (8) и т. д. Поскольку при присваивании нового значения элементу старое пропадает, *замену надо производить с конца*. После чего заменить значение элемента с индексом k .

Фрагмент программы:
for $i := n$ **downto** $k + 1$ **do** $A[i] := A[i - 1];$
 $A[k] := X;$

Программа



Вставка элемента на место с индексом k



Pascal

Пример 9. Добавить в массив элемент X на место с индексом k .


```
const n=10;
var A: array [1..n] of integer;
    i, k, X: integer;
begin
    writeln ('Ввод значений элементов массива:');
    for i := 1 to n-1 do
        read (A[i]);
    write ('Ввод индекса k: '); readln (k);
    write ('Ввод числа X: '); readln (X);
    for i:=n downto k+1 do
        A[i] := A[i-1];
    A[k] := X;
    writeln('Массив после обработки: ');
    for i:=1 to n do
        write (A[i], ' ')
    end.
```



Перестановка всех элементов массива в обратном порядке

Пример 10. Имеется массив $A [1..n]$. Перевернуть его, т.е. что поменять местами 1-й и последний элементы, 2-й и предпоследний и т. д.

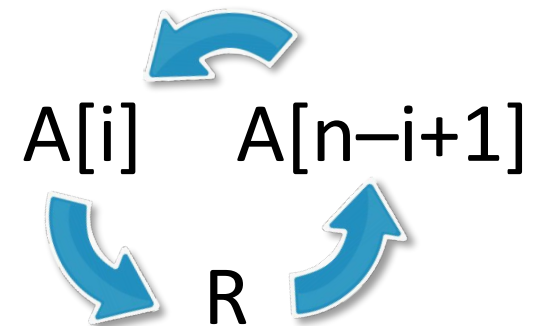
i	1	2	3	4	5	6	7
a[i]	40	35	30	25	20	15	5



В общем случае, меняются местами элементы $A[i]$ и $A[n - i + 1]$.

Фрагмент программы по перестановке в обратном порядке всех элементов массива:

```
for i := 1 to  $n \div 2$  do
begin
  R := A[i];
  A[i] := A[n-i+1];
  A[n-i+1] := R
end;
```



Программа



Перестановка всех элементов массива в обратном порядке



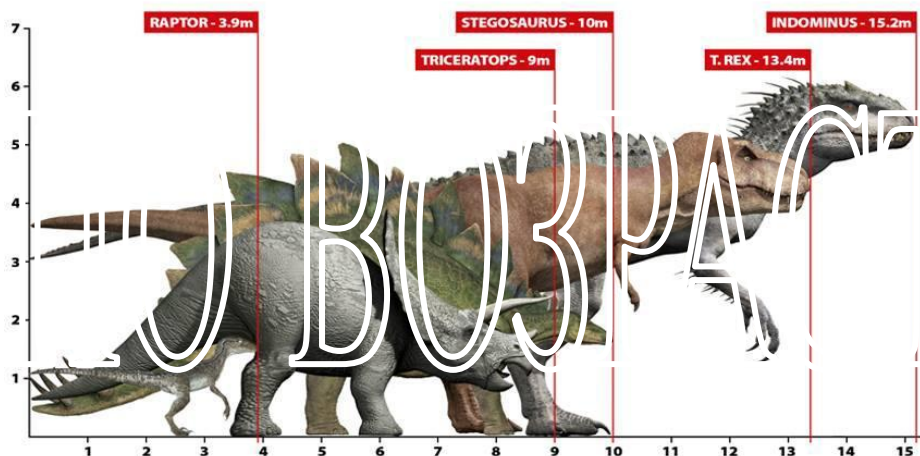
Pascal

Пример 10. Имеется массив $A [1..n]$. Перевернуть его.

```
const n=7;
var A: array [1..n] of integer;
      i, r: integer;
begin
  writeln ('Ввод значений элементов массива:');
  for i := 1 to n do
    read (A[i]);
  for i := 1 to n div 2 do
    begin
      R := A[i];
      A[i] := A[n-i+1];
      A[n-i+1] := R
    end;
  writeln ('Массив после обработки:');
  for i := 1 to n do write (A[i], ' ')
end.
```



Сортировка массива



Сортировка – это распределение элементов массива в соответствии с определёнными правилами.



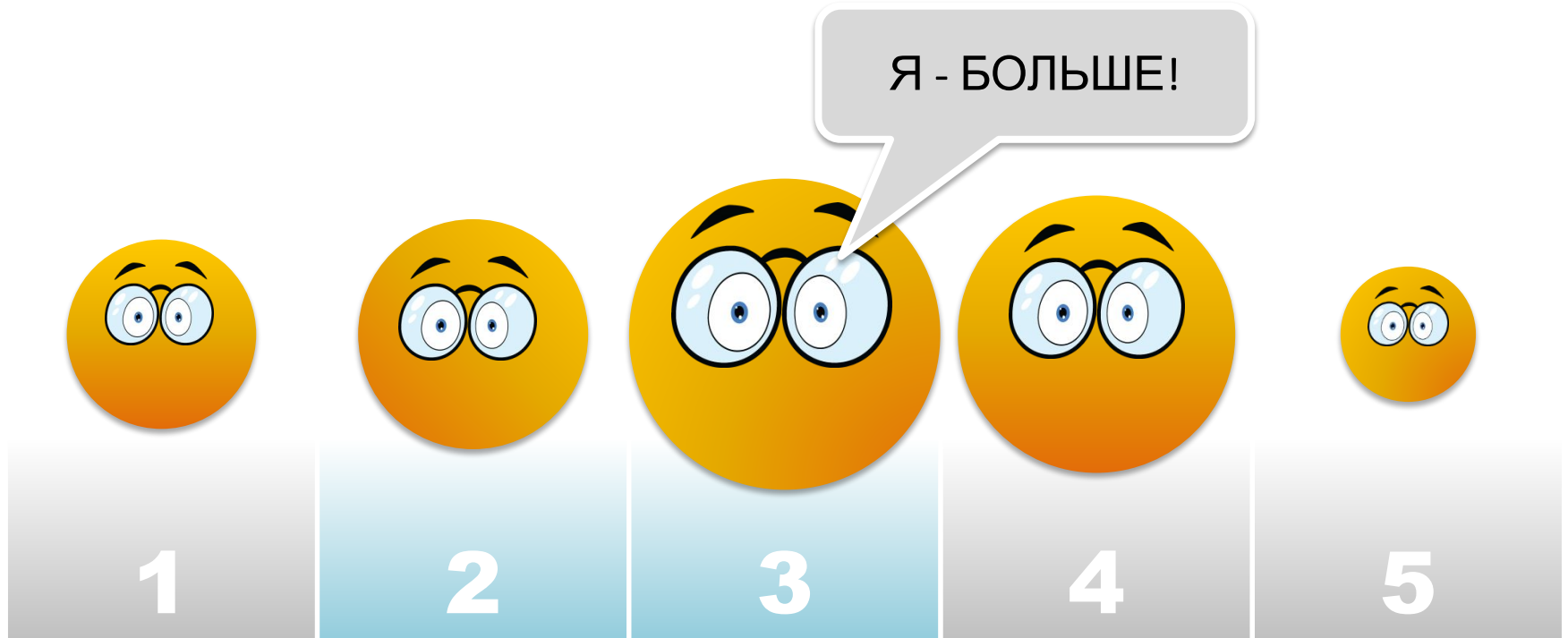
Сортировка методом «пузырька»

Свое название алгоритм получил благодаря следующей ассоциации: если сортировать этим алгоритмом массив по неубыванию, то максимальный элемент «тонет», а «лёгкие» элементы поднимаются на одну позицию к началу массива на каждом шаге алгоритма.

Пусть n – количество элементов в неупорядоченном массиве.

1. Поместим на место n -го элемента наибольший элемент массива.
Для этого:
 - 1) положим $i = 1$;
 - 2) пока не обработана последняя пара элементов: сравниваем i -й и $(i + 1)$ -й элементы массива; если $A[i] > A[i + 1]$ (элементы расположены не по порядку), то меняем элементы местами; переходим к следующей паре элементов, сдвинувшись на один элемент вправо.
2. Повторяем пункт 1, каждый раз уменьшая размерность неупорядоченного массива на 1, до тех пор, пока не будет обработан массив из одной пары элементов (таким образом, на k -м просмотре будут сравниваться первые $(n - k)$ элементов со

Сортировка методом «пузырька»



```
If  $A[i] > A[i+1]$  then  
begin  $R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R$  end;
```



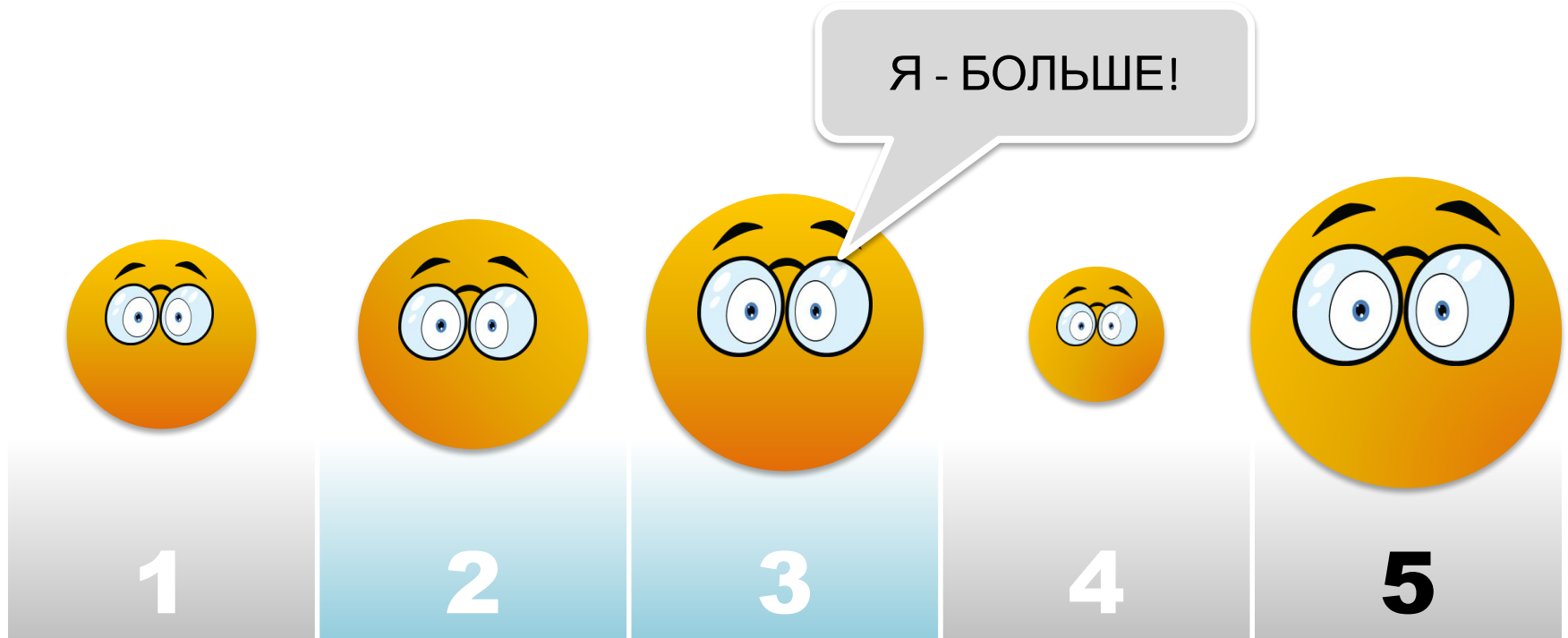
Сортировка методом «пузырька»



```
if  $A[i] > A[i+1]$  then  
begin  $R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R$  end;
```



Сортировка методом «пузырька»



```
for i := 1 to 3 do  
  If  $A[i] > A[i+1]$  then  
    begin R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R end;
```



Сортировка методом «пузырька»



```
for i := 1 to 2 do  
  If  $A[i] > A[i+1]$  then  
    begin R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R end;
```



Сортировка методом «пузырька»

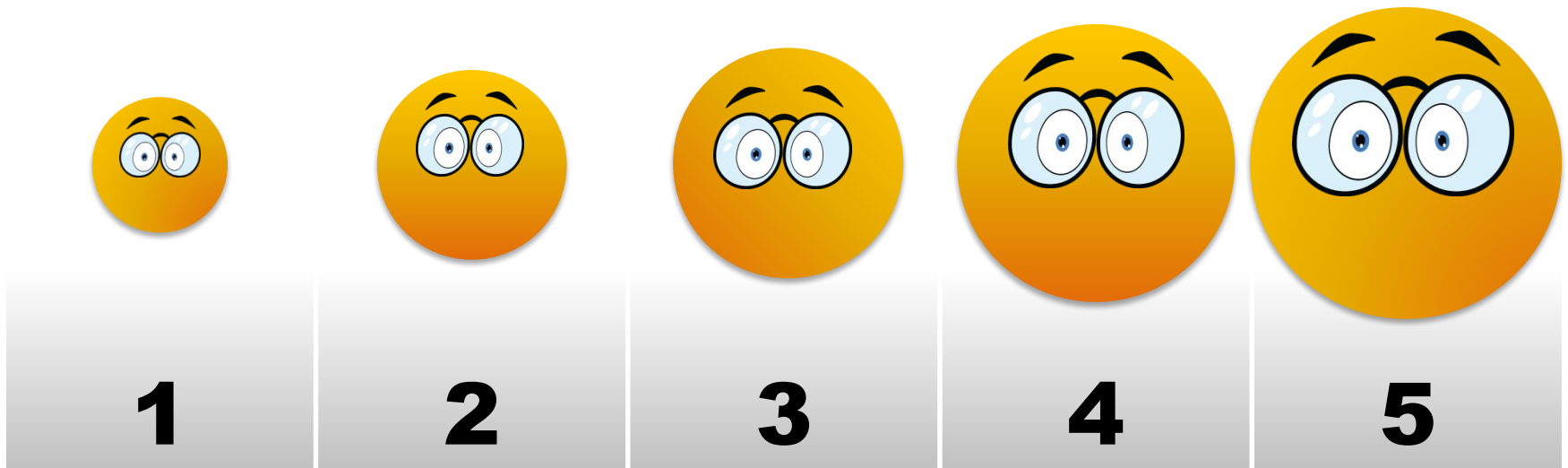


```
for i := 1 to 2 do  
  If  $A[i] > A[i+1]$  then  
    begin R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R end;
```



Сортировка методом «пузырька»

n = 5



```
for k := n-1 downto 1 do  
  for i := 1 to k do  
    If  $A[i] > A[i+1]$  then  
      begin R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R end;
```

Программа



Сортировка методом «пузырька»



Pascal

Пример 10. Отсортировать массив $A [1..n]$ по возрастанию

Обратите внимание, что при каждой итерации внешнего цикла (с параметром k), не только один из элементов ставится на место, но и происходит частичное упорядочивание других элементов массива.

Подумайте, как можно улучшить алгоритм.

```
for k := n-1 downto 1 do
  for i := 1 to k do
    if A[i] > A[i+1] then
      begin R := A[i]; A[i] := A[i+1]; A[i+1] := R end;
  writeln ('Массив после обработки:');
  for i := 1 to n do
    write (A[i], ' ')
end.
```



Сортировка выбором

Сортировка выбором (в порядке неубывания) осуществляется следующим образом:

1. В массиве выбирается минимальный элемент.
2. Минимальный и первый элементы меняются местами (первый элемент считается отсортированным).
3. В неотсортированной части массива снова выбирается минимальный элемент и меняется местами с первым неотсортированным элементом массива.
4. Действия, описанные в пункте 3, повторяются с неотсортированными элементами массива до тех пор, пока не останется один неотсортированный элемент (его значение будет

Попробуйте записать
программу
самостоятельно



Программа



Сортировка выбором



Pascal

Пример 10. Отсортировать массив $A [1..n]$ по возрастанию.

```
const n=10;
var A: array [1..n] of integer;
    i, j, imin, R: integer;
begin
    writeln ('Ввод значений элементов массива:');
    for i := 1 to n do read (A[i]);
    for i:=1 to n-1 do
        begin
            imin := i;
            for j := i+1 to n do
                if A[j] < A[imin] then imin:=j;
            R := A[i]; A[i] := A[imin]; A[imin] := R;
        end;
    writeln ('Отсортированный массив:');
    for i := 1 to n do write(A[i], ' ');
end.
```



Самое главное

Из элементов простых типов в языке Pascal можно образовывать составные типы данных (структуры данных). Примером таких структур являются одномерные массивы.

Массив в языке Pascal – это набор однотипных данных, причём количество этих данных фиксировано и определяется при описании массива. Все переменные, входящие в массив, имеют одно и то же имя – имя массива, а различаются они по индексу – номеру (месту) в массиве.

Перед использованием в программе массив должен быть описан, т. е. должно быть указано имя массива, количество элементов массива и их тип. Это необходимо для того, чтобы выделить в памяти под массив блок ячеек нужного типа.

Чаще всего массив обрабатывается в цикле for. Но при работе с массивами можно использовать и другие циклы.



Самое главное

К типовым задачам обработки одномерных массивов, решаемым в процессе их однократного просмотра, относятся:

- задачи поиска элемента с заданными свойствами, в том числе максимумов и минимумов;
- проверка соответствия элементов массива некоторому условию (подсчёт количества или суммы элементов, удовлетворяющих некоторому условию; проверка массива на упорядоченность и др.);
- задачи на удаление и вставку элементов массива;
- задачи на перестановку всех элементов массива в обратном порядке
и т. д.

Сортировка – один из наиболее распространённых процессов современной обработки данных. Под **сортировкой** (упорядочением) массива понимают перераспределение значений его элементов в некотором определённом порядке.



Информационные источники

- <http://www.emu.dk/sites/default/files/boeger.jpg>
- <http://method-alfa.ru/ma/112.png>
- <http://stavka-nomer1.ru/photos/kalendar-izmeneniya-pogody-dlya-yasley-detskogo-sada-9563-large.jpg>
- <https://vertex-club.ru/upload/iblock/74f/74fcaaaa76602c56566253b269aed9e0.jpg>
- <http://3.bp.blogspot.com/-Fhpq8kknfLI/VXln4DBuKeI/AAAAAAAAAEcE/4W9MklPvqul/s1600/indominus-t-rex-size-compare-chart.jpg>
- <https://ssec.si.edu/sites/default/files/ThinkstockPhotos-519386131.jpg>
- http://omyworld.ru/wp-content/uploads/2012/11/highest-skyscrapers-of-the-world_2012-1.jpg
- <http://iq230.com/images/sampled/1/teacher-desk.jpg>
- <http://gamelion.ucoz.ru/photo/>