

В3 (базовый уровень, время – 3 мин)

Тема: Анализ программы.

Что нужно знать:

- основные конструкции языка программирования:
 - объявление переменных
 - оператор присваивания
 - оператор вывода
 - циклы
- уметь выполнять ручную прокрутку программы
- уметь выделять переменную цикла, от изменения которой зависит количество шагов цикла
- уметь определять количество шагов цикла
- уметь определять переменную, которая выводится на экран
- формулу для вычисления n -ого элемента арифметической прогрессии:

$$a_n = a_1 + d(n-1)$$

- формулу для вычисления суммы первых n членов арифметической прогрессии:

$$S_n = \sum_{i=1}^n a_i = a_1 + a_2 + \dots + a_n = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n = \frac{2a_1 + d(n-1)}{2} \cdot n$$

где a_i – i -ый элемент последовательности, d – шаг (разность) последовательности

Пример задания:

Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  s:=0;
  k:=0;
  while s < 1024 do begin
    s:=s+10;
    k:=k+1;
  end;
  write(k);
end.
```

Решение:

- 1) из программы видно, что начальные значения переменных **k** и **s** равны нулю
- 2) цикл заканчивается, когда нарушается условие **s < 1024**, то есть количество шагов цикла определяется изменением переменной **s**
- 3) после окончания цикла выводится значение переменной **k**
- 4) таким образом, задача сводится к тому, чтобы определить число шагов цикла, необходимое для того, чтобы значение **s** стало не меньше 1024
- 5) с каждым шагом цикла значение **s** увеличивается на 10, а значение **k** – на единицу, так что фактически **k** – это счётчик шагов цикла
- 6) поскольку **s** увеличивается на 10, конечное значение **s** должно быть кратно 10, то есть это $1030 > 1024$
- 7) для достижения этого значения переменную **s** нужно 103 раза увеличить на 10, поэтому цикл выполнится 103 раза
- 8) так как **k** – это счётчик шагов цикла, конечное значение **k** будет равно 103

9) Ответ: **103**.

Возможные ловушки и проблемы:

- можно перепутать переменную, которая выводится на экран (внимательно смотрим на оператор вывода)

Ещё пример задания:

Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  k:=5;
  s:=2;
  while k < 120 do begin
    s:=s+k;
    k:=k+2;
  end;
  write(s);
end.
```

Решение:

- 1) начальные значения переменных **k** и **s** равны соответственно 5 и 2
- 2) цикл заканчивается, когда нарушается условие **k < 120**, то есть количество шагов цикла определяется изменением переменной **k**
- 3) после окончания цикла выводится значение переменной **s**
- 4) с каждым шагом цикла значение **s** увеличивается на **k**, а затем значение **k** – на 2, так что к начальному значению **s** добавляется сумма членов арифметической прогрессии с начальным значением $a_1 = 5$ и разностью $d = 2$
- 5) поскольку начальное значение **k** равно 5 и с каждым шагом оно увеличивается на 2, переменная **k** принимает последовательно нечётные значения: 5, 7, 9, ...
- 6) цикл заканчивается, когда значение **k** становится не меньше 120; поскольку **k** всегда нечётное, конечное значение **k** равно 121
- 7) поскольку значение **k** увеличивается после того, как увеличивается значение **s**, значение 121 уже не входит в сумму, то есть последний элемент последовательности $a_n = 121 - 2 = 119$:

$$s = 2 + a_1 + a_2 + \dots + a_n = 2 + 5 + 7 + 9 + \dots + 119$$

- 8) количество n членов последовательности, которые входят в сумму, можно вычислить: чтобы из 5 получить 119 нужно 57 раз добавить шаг 2, поэтому общее число элементов последовательности равно $n = 58$ (на один больше)
- 9) теперь используем формулу для вычисления суммы членов арифметической прогрессии:

$$S_n = 5 + 7 + 9 + \dots + 119 = \frac{5+119}{2} \cdot 58 = 62 \cdot 58 = 3596$$

- 10) к этой сумме нужно добавить начальное значение переменной **s**, равное 2:

$$s = 2 + 3596 = 3598$$

11) Ответ: **3598**.

Возможные ловушки и проблемы:

- попытка делать ручную трассировку, скорее всего, приведет к вычислительной ошибке, потому что число шагов слишком велико
- легко забыть, что начальные значения переменных **s** и **k** не равны нулю

- нужно помнить, что количество членов арифметической прогрессии на 1 больше, чем количество шагов, которые необходимы для перехода от первого значения к последнему

Задачи для тренировки¹:

- 1) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  s:=0;
  k:=1;
  while k < 11 do begin
    s:=s+k;
    k:=k+1;
  end;
  write(s);
end.
```

- 2) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  s:=0;
  k:=0;
  while k < 30 do begin
    k:=k+3;
    s:=s+k;
  end;
  write(s);
end.
```

- 3) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  s:=3;
  k:=1;
  while k < 25 do begin
    s:=s+k;
    k:=k+2;
  end;
  write(s);
end.
```

- 4) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  s:=2;
  k:=2;
  while s < 50 do begin
    s:=s+k;
    k:=k+2;
  end;
  write(k);
end.
```

- 5) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
```

¹ Источники заданий:

1. Тренировочные и диагностические работы МИОО 2010-2011 гг.

```

s:=0;
k:=0;
while s < 100 do begin
  s:=s+k;
  k:=k+4;
end;
write(k);
end.

```

- 6) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var k, s: integer;
begin
  s:=0;
  k:=1;
  while s < 66 do begin
    k:=k+3;
    s:=s+k;
  end;
  write(k);
end.

```

- 7) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var k, s: integer;
begin
  s:=5;
  k:=0;
  while k < 15 do begin
    k:=k+2;
    s:=s+k;
  end;
  write(s);
end.

```

- 8) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var k, s: integer;
begin
  s:=0;
  k:=0;
  while k < 12 do begin
    s:=s+2*k;
    k:=k+3;
  end;
  write(s);
end.

```

- 9) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var k, s: integer;
begin
  s:=0;
  k:=0;
  while s < 80 do begin
    s:=s+2*k;
    k:=k+4;
  end;
  write(s);
end.

```

10) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var k, s: integer;
begin
  s:=1;
  k:=0;
  while k < 13 do begin
    s:=s+2*k;
    k:=k+4;
  end;
  write(s+k);
end.
```

11) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var n, s: integer;
begin
  n := 3;
  s := 0;
  while n <= 7 do begin
    s := s + n;
    n := n + 1
  end;
  write(s)
end.
```

12) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```
var n, s: integer;
begin
  n := 4;
  s := 0;
  while n <= 8 do begin
    s := s + n;
    n := n + 1
  end;
  write(s)
end.
```