

8 (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:

P-02. При каком наибольшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 55?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 0;
  s := 0;
  while s <= 365 do begin
    s := s + d;
    n := n + 5
  end;
  write(n)
end.
```

Решение:

- из программы видно, что начальные значения переменных s и n равны нулю
- шаг изменения переменной n равен 5, а шаг изменения переменной s равен неизвестному значению d
- для того, чтобы значение n стало равно 55, нужно увеличить его на 5 (с нуля) ровно 11 раз, поэтому цикл выполнится ровно 11 раз
- следовательно, s увеличится на d тоже 11 раз и станет равно $0 + 11 \cdot d = 11 \cdot d$
- чтобы цикл остановился на 11-м шаге, нужно выполнить условие $11 \cdot d > 365$, при этом он не должен остановиться на 10-м шаге, то есть, $10 \cdot d \leq 365$, поэтому получаем два неравенства:

$$11d > 365 \Rightarrow d > \frac{365}{11} \approx 33,2$$

$$10d \leq 365 \Rightarrow d \leq \frac{365}{10} = 36,5$$

- в итоге значение d – целое число – ограничено отрезком $[34; 36]$, наибольшее из подходящих чисел равно 36
- Ответ: **36**.

Ещё пример задания:

P-02. Запишите число, которое будет напечатано в результате выполнения программы.

```
var s, n: integer;
begin
  s := 33;
  n := 1;
  while s > 0 do begin
    s := s - 7;
    n := n * 3
  end;
  writeln(n)
end.
```

Решение:

- из программы видно, что начальные значения переменных s и n равны соответственно 33 и 1
- цикл заканчивается, когда нарушается условие $s > 0$, то есть количество шагов цикла определяется изменением переменной s
- после окончания цикла выводится значение переменной n
- таким образом, задача сводится к тому, чтобы определить число шагов цикла, необходимое для того, чтобы значение s стало меньше или равно 0
- с каждым шагом цикла значение s уменьшается на 7, а значение n увеличивается в 3 раза, так что $n=3^k$, где k – это число шагов цикла
- поскольку s уменьшается на 7, конечное значение s должно быть равно $33 - 7 \cdot k$, причём первое значение, меньшее или равное 0, достигается при $k=5$ (и $s=33 - 7 \cdot 5 = -2$)
- тогда $n=3^k=3^5=243$
- Ответ: **243**.

Ещё пример задания:

P-01. 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:

- из программы видно, что начальные значения переменных k и s равны нулю
- цикл заканчивается, когда нарушается условие $s < 1024$, то есть количество шагов цикла определяется изменением переменной s
- 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:

P-00. 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);
```

¹ Источники заданий:

1. Демо-варианты ЕГЭ 2012-2016 гг.
2. Тренировочные и диагностические работы МИОО.
3. Крылов С.С., Ушаков Д.М. ЕГЭ 2015. Информатика. Тематические тестовые задания. — М.: Экзамен, 2015.
4. Ушаков Д.М. ЕГЭ-2015. Информатика. 20 типовых вариантов экзаменационных работ для подготовки к ЕГЭ. — М.: Астрель, 2014.

end.

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

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

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 4;
    s := 0;
    while n <= 13 do begin
        s := s + 15;
        n := n + 1
    end;
    write(s)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 1;

```

```

s := 0;
while n <= 20 do begin
    s := s + 33;
    n := n + 1
end;
write(s)
end.

```

- 15) (<http://ege.yandex.ru>) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var n, s: integer;
begin
    n := 1;
    s := 0;
    while n <= 101 do begin
        s := s + 7;
        n := n + 1
    end;
    write(s)
end.

```

- 16) (<http://ege.yandex.ru>) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var n, s: integer;
begin
    n := 0;
    s := 512;
    while s >= 0 do begin
        s := s - 20;
        n := n + 1
    end;
    write(n)
end.

```

- 17) (<http://ege.yandex.ru>) Определите, что будет напечатано в результате работы следующего фрагмента программы:

```

var n, s: integer;
begin
    n := 24;
    s := 0;
    while n <= 28 do begin
        s := s + 20;
        n := n + 2
    end;
    write(s)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 12;
    s := 5;
    while n <= 25 do begin
        s := s + 12;
        n := n + 2
    end;

```

```

    write(s)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 2;
    s := 35;
    while n <= 25 do begin
        s := s + 20;
        n := n + 5
    end;
    write(s)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 4;
    s := 15;
    while s <= 250 do begin
        s := s + 12;
        n := n + 2
    end;
    write(n)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 0;
    s := 0;
    while s <= 35 do begin
        n := n + 1;
        s := s + 4
    end;
    write(n)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 0;
    s := 0;
    while s <= 256 do begin
        s := s + 25;
        n := n + 1
    end;
    write(n)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n:= 0;
    s:= 0;
    while s <= 365 do begin

```

```

    s:= s + 33;
    n:= n + 5
end;
write(n)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n:= 0;
    s:= 0;
    while s <= 365 do begin
        s:= s + 36;
        n:= n + 10
    end;
    write(n)
end.

```

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

```

var n, s: integer;
begin
    n := 1;
    s := 0;
    while s <= 365 do begin
        s := s + 36;
        n := n * 2
    end;
    write(n)
end.

```

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

```

program B05;
var n, s: integer;
begin
    n := 0;
    s := 1;
    while s <= 1000 do begin
        s := s * 3;
        n := n + 3;
    end;
    write(n)
end.

```

- 27) При каком наименьшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 67?

```

var n, s, d: integer;
begin
    readln(d);
    n := 2;
    s := 0;
    while s <= 365 do begin
        s := s + d;
        n := n + 5
    end;
    write(n)
end.

```

- 28) При каком наибольшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 89?

```

var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 5;
  s := 83;
  while s <= 1200 do begin
    s := s + d;
    n := n + 6
  end;
  write(n)
end.

```

- 29) При каком наименьшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 63?

```

var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 3;
  s := 57;
  while s <= 1200 do begin
    s := s + d;
    n := n + 4
  end;
  write(n)
end.

```

- 30) При каком наибольшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 150?

```

var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 3;
  s := 38;
  while s <= 1200 do begin
    s := s + d;
    n := n + 7
  end;
  write(n)
end.

```

- 31) При каком наименьшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 121?

```

var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 1;
  s := 46;
  while s <= 2700 do begin
    s := s + d;
    n := n + 4
  end;
  write(n)
end.

```

- 32) При каком наибольшем введенном числе d после выполнения программы будет напечатано 46?

```

var n, s, d: integer;
begin

```

```

readln(d);
n := 8;
s := 78;
while s <= 1200 do begin
  s := s + d;
  n := n + 2
end;
write(n)
end.

```

- 33) Запишите число, которое будет напечатано в результате выполнения следующей программы:

```

var n, s: integer;
begin
  n := 1;
  s := 0;
  while n <= 650 do begin
    s := s + 20;
    n := n * 5
  end;
  write(s)
end.

```

- 34) Запишите число, которое будет напечатано в результате выполнения следующей программы:

```

var n, s: integer;
begin
  n := 1;
  s := 0;
  while n <= 300 do begin
    s := s + 30;
    n := n * 5
  end;
  write(s)
end.

```

- 35) Запишите число, которое будет напечатано в результате выполнения следующей программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 0;
  n := 0;
  while s < 111 do begin
    s := s + 8;
    n := n + 2
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 36) Запишите число, которое будет напечатано в результате выполнения следующей программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 0;
  n := 0;
  while 2*s*s < 123 do begin
    s := s + 1;
    n := n + 2
  end;
  writeln(n)
end.

```

```
end.
```

- 37) (О.В. Гасанова) Запишите через запятую наименьшее и наибольшее значение числа d, которое нужно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 153?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 33;
  s := 4;
  while s <= 1725 do begin
    s := s + d;
    n := n + 8
  end;
  write(n)
end.
```

- 38) (О.В. Гасанова) Запишите через запятую наименьшее и наибольшее значение числа d, которое нужно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 75?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 24;
  s := 12;
  while s <= 3004 do begin
    s := s + d;
    n := n + 3
  end;
  write(n)
end.
```

- 39) (О.В. Гасанова) Запишите через запятую наименьшее и наибольшее значение числа d, которое нужно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 195?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 0;
  s := 24;
  while s <= 1318 do begin
    s := s + d;
    n := n + 15
  end;
  write(n)
end.
```

- 40) (О.В. Гасанова) Сколько различных значений числа d можно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 171?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 27;
  s := 12;
  while s <= 2019 do begin
    s := s + d;
    n := n + 16
  end;
```

```
write(n)
end.
```

- 41) (О.В. Гасанова) Сколько различных значений числа d можно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 246?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 8;
  s := 6;
  while s <= 1800 do begin
    s := s + d;
    n := n + 7
  end;
  write(n)
end.
```

- 42) (О.В. Гасанова) Сколько различных значений числа d можно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 196?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 7;
  s := 35;
  while s <= 2570 do begin
    s := s + d;
    n := n + 9
  end;
  write(n)
end.
```

- 43) (О.В. Гасанова) Сколько различных значений числа d можно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 69?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 14;
  s := 29;
  while s <= 2000 do begin
    s := s + d;
    n := n + 5
  end;
  write(n)
end.
```

- 44) (О.В. Гасанова) Запишите через запятую наименьшее и наибольшее значение числа d, которое нужно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 53?

```
var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 23;
  s := 18;
  while s <= 1977 do begin
    s := s + d;
    n := n + 6
```

```

end;
write(n)
end.

```

- 45) (О.В. Гасанова) Запишите через запятую наименьшее и наибольшее значение числа d, которое нужно ввести, чтобы после выполнения программы было напечатано 264?

```

var n, s, d: integer;
begin
  readln(d);
  n := 16;
  s := 10;
  while s <= 3120 do begin
    s := s + d;
    n := n + 8
  end;
  write(n)
end.

```

- 46) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 0;
  n := 0;
  while s*s <= 10*s do begin
    s := s + 1;
    n := n + 2
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 47) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 0;
  n := 0;
  while s*s <= 8*s do begin
    s := s + 1;
    n := n + 3
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 48) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 0;
  n := 1;
  while s*s <= 125 do begin
    s := s + 3;
    n := n * 2
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 49) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin

```

```

s := 0;
n := 3;
while 2*s*s <= 200 do begin
  s := s + 1;
  n := n + 2
end;
writeln(n)
end.

```

- 50) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 15;
  n := 0;
  while 50 < s*s do begin
    s := s - 1;
    n := n + 2
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 51) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 20;
  n := 0;
  while 150 < s*s do begin
    s := s - 1;
    n := n + 3
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 52) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var s, n: integer;
begin
  s := 25;
  n := 5;
  while 500 < s*s do begin
    s := s - 1;
    n := n + 2
  end;
  writeln(n)
end.

```

- 53) (Д.В. Богданов) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```

var a, b, c: integer;
begin
  a := 0; b := 0; c := 0;
  while 2 * a < 200 do begin
    b := b + 3;
    c := c - 1;
    a := a + b + c
  end;
  write(a - 10)
end.

```


54) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```
var s, n: integer;
begin
  s := 20;
  n := 0;
  while 121 < s*s do begin
    s := s - 1;
    n := n + 3
  end;
  writeln(n)
end.
```

55) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```
var s, n: integer;
begin
  s := 20;
  n := 0;
  while 151 < s*s do begin
    s := s - 1;
    n := n + 2
  end;
  writeln(n)
end.
```

56) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```
var n, s: integer;
begin
  n := 0;
  s := 355;
  while s > 0 do begin
    s := s - 20;
    n := n + 2;
  end;
  write(n)
end.
```

57) Запишите число, которое будет выведено в результате работы программы:

```
var n, s: integer;
begin
  n := 0;
  s := 200;
  while s > 0 do begin
    s := s - 15;
    n := n + 3;
  end;
  write(n)
end.
```