

## В7 (повышенный уровень, время – 6 мин)

**Тема:** Анализ программы, содержащей подпрограммы, циклы и ветвления.

**Что нужно знать:**

- операции целочисленного деления (**div**) и взятия остатка (**mod**)
- как работают операторы присваивания, циклы и условные операторы в языке программирования

### Пример задания:

Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 7.

```

var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:=L+1;
    if M < (x mod 10) then begin
      M:=x mod 10;
    end;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.

```

**Решение:**

- 1) для решения задачи необходимо понять, что делает эта программа
- 2) если это не видно сразу, можно выполнить ручную прокрутку для какого-то простого числа, например, для числа 251:

оператор	условие	x	L	M
readln(x);		251	?	?
L:=0; M:=0;			0	0
while x > 0 do...	251 > 0? да			
L:=L+1;			1	
if M < (x mod 10) then...	M < (251 mod 10)? да			
M:=x mod 10;				1
x:=x div 10;		25		
while x > 0 do...	25 > 0? да			
L:=L+1;			2	
if M < (x mod 10) then...	M < (25 mod 10)? да			
M:=x mod 10;				5
x:=x div 10;		2		
while x > 0 do...	2 > 0? да			
L:=L+1;			3	
if M < (x mod 10) then...	M < (2 mod 10)? нет			
x:=x div 10;		0		
while x > 0 do...	0 > 0? нет			
writeln(L); write(M);			3	5

- 3) можно догадаться, что в результате работы программы в переменной L окажется число цифр числа, а в переменной M – наибольшая цифра, но это предположение нужно постараться доказать
- 4) нужно вспомнить (и запомнить), что для целого числа  $x$  остаток от деления на 10 ( $x \bmod 10$ ) – это последняя цифра в десятичной записи числа, а целочисленное деление ( $x \operatorname{div} 10$ ) отсекает последнюю цифру, то есть из 123 получается 12
- 5) рассмотрим цикл, число шагов которого зависит от изменения переменной  $x$ :

```
while x > 0 do begin
    ...
    x := x div 10;      { отсечение последней цифры }
end;
```

здесь оставлены только те операторы, которые влияют на значение  $x$

- 6) из приведенного цикла видно, что на каждом шаге от десятичной записи  $x$  отсекается последняя цифра до тех пор, пока все цифры не будут отсечены, то есть  $x$  не станет равно 0; поэтому **цикл выполняется только раз, сколько цифр в десятичной записи введенного числа**
- 7) на каждом шаге цикла переменная L увеличивается на 1:

```
L := L + 1;
```

других операторов, меняющих значение L, в программе нет; поэтому после завершения цикла **в переменной L действительно находится количество цифр**

- 8) теперь разберемся с переменной M, которая сначала равна 0; оператор, в котором она меняется, выглядит так:

```
if M < (x mod 10) then begin
    M := x mod 10;
end;
```

учитывая, что  $x \bmod 10$  – это последняя цифра десятичной записи числа, получается что если эта цифра больше, чем значение M, она записывается в переменную M;

- 9) этот оператор выполняется в цикле, причем выражение  $x \bmod 10$  по очереди принимает значения всех цифр исходного числа; поэтому после завершения цикла **в переменной M окажется наибольшая из всех цифр**, то есть наша догадка подтверждается
- 10) итак, по условию задачи фактически требуется найти наибольшее трехзначное число со старшей цифрой 7; очевидно, что это 777.
- 11) ответ: **777**.

#### Возможные ловушки и проблемы:

- это очень неплохая задача на понимание, тут достаточно сложно «вызубрить» метод решения, можно только освоить последовательность (системность) анализа
- ручной прокрутки в такой задаче недостаточно, по её результатам можно угадать алгоритм, но можно и не угадать; в критическом случае можно сделать ручную прокрутку для нескольких чисел им попытаться понять закономерность

**Задачи для тренировки<sup>1</sup>:**

- 1) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 7.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:= L + 1;
    M:= M + x mod 10;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.
```

- 2) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 8.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:= L + 1;
    if x mod 2 = 0 then
      M:= M + x mod 10;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.
```

- 3) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 0.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:= L + 1;
    if x mod 2 = 0 then
      M:= M + x mod 10;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.
```

<sup>1</sup> Источники заданий:

1. Авторские разработки.
2. Тренировочные и диагностические работы МИОО 2010-2011 гг.

- 4) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 8.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:= L + 1;
    if x mod 2 = 1 then
      M:= M + x mod 10;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.
```

- 5) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 7.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:= L + 1;
    if x mod 2 = 0 then
      M:= M + (x mod 10) div 2;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.
```

- 6) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 7.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:= L + 1;
    if x mod 2 = 1 then
      M:= M + (x mod 10) div 2;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.
```

- 7) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 7.

```
var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
```

```

L:=0; M:=0;
while x > 0 do begin
  L:=L+1;
  if M < x then begin
    M:=x mod 10;
  end;
  x:= x div 10;
end;
writeln(L); write(M);
end.

```

- 8) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 8.

```

var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:=L+1;
    if (M < x) and (x mod 2 = 0) then begin
      M:=x mod 10;
    end;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.

```

- 9) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 10.

```

var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:=L+1;
    if (M < x) and (x mod 2 = 1) then begin
      M:= (x mod 10) * 2;
    end;
    x:= x div 10;
  end;
  writeln(L); write(M);
end.

```

- 10) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $L$  и  $M$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 10.

```

var x, L, M: integer;
begin
  readln(x);
  L:=0; M:=0;
  while x > 0 do begin
    L:=L+1;

```

```

    if M < x then begin
        M:= (x mod 10) * 2;
    end;
    x:= x div 10;
end;
writeln(L); write(M);
end.

```

- 11) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $a$  и  $b$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 2, а потом 72.

```

var x, a, b: integer;
begin
    readln(x);
    a:=0; b:=1;
    while x>0 do begin
        a:=a+1;
        b:=b*(x mod 10);
        x:= x div 10;
    end;
    writeln(a); write(b);
end.

```

- 12) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $a$  и  $b$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 2, а потом 14.

```

var x, a, b : integer;
begin
    readln(x);
    a := 0; b := 1;
    while x > 0 do begin
        a := a + 1;
        b := b * (x mod 10);
        x := x div 10;
    end;
    writeln(a); write(b);
end.

```

- 13) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $a$  и  $b$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 7.

```

var x, a, b : integer;
begin
    readln(x);
    a := 0; b := 1;
    while x > 0 do begin
        a := a + 1;
        b := b * (x mod 10);
        x := x div 10;
    end;
    writeln(a); write(b);
end.

```

- 14) Ниже записана программа. Получив на вход число  $x$ , эта программа печатает два числа,  $a$  и  $b$ . Укажите наибольшее из таких чисел  $x$ , при вводе которых алгоритм печатает сначала 3, а потом 0.

```
var x, a, b : integer;
begin
  readln(x);
  a := 0; b := 1;
  while x > 0 do begin
    a := a + 1;
    b := b * (x mod 10);
    x := x div 10;
  end;
  writeln(a); write(b);
end.
```