

# Анализ программы с подпрограммами.

Баяскаланов Алексей Баиртуевич,  
учитель информатики МБОУ г.Иркутска  
СОШ с углубленным изучением  
отдельных предметов №2  
Готовчикова Софья Олеговна, , учитель  
информатики МБОУ г.Иркутска СОШ с  
углубленным изучением отдельных  
предметов №2

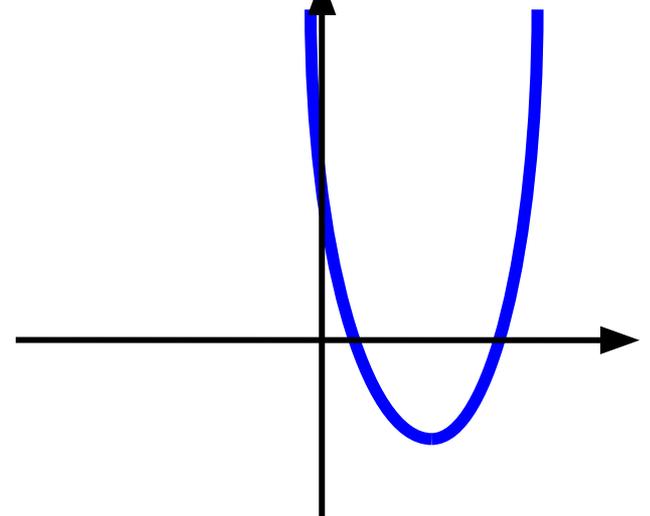
Найдите минимум функции  
 $f(x) = 4 \cdot (x-1) \cdot (x-3)$  на отрезке  $[-20; 20]$

$$F(x) = 4(x-1)(x-3) = 4(x^2 - 4x + 3)$$

Точка минимума совпадает с вершиной параболы

$$F_1(x) = x^2 - 4x + 3 \quad \Rightarrow \quad x_{\min} = \frac{-b}{2a} = \frac{-(-4)}{2 \cdot 1} = 2$$

$$F(x) = 4(x^2 - 4x + 3) \Rightarrow y_{\min} = 4(2^2 - 4 \cdot 2 + 3) = -4$$



# Что нужно знать:

- функция – это вспомогательный алгоритм, который возвращает некоторое значение–результат
- в Паскале функция располагается выше основной программы и оформляется следующим образом (вместо многоточия могут быть любые операторы):

```
function F(x: integer):integer;
```

```
begin
```

```
...
```

```
  F:= <результат функции>
```

```
end;
```

- в заголовке функции записывают имя функции, в скобках – список параметров, далее через двоеточие – тип возвращаемого значения; в приведенном примере функция F принимает один целый параметр, к которому внутри функции нужно обращаться по имени x, и возвращает целое число

# Что нужно знать:

- если параметров несколько, для каждого из них указывают тип:

```
function F(x: integer; y: integer):integer;
```

- если несколько соседних параметров имеют одинаковый тип, можно их объединить в список:

```
function F(x, y: integer):integer;
```

# Что нужно знать:

- следующая программа ищет **НАИМЕНЬШЕЕ ЗНАЧЕНИЕ** функции  $F(x)$  на интервале  $[a,b]$ , просматривая значения от  $a$  до  $b$  с шагом 1:

$M:=a; R:=F(a);$

for  $t:=a$  to  $b$  do

if  $F(t) < R$  then begin

$R:=F(t); M:=t;$

end;

- цикл для поиска **НАИБОЛЬШЕГО ЗНАЧЕНИЯ** выглядит точно так же, только знак  $<$  нужно заменить на знак  $>$

Докажем

# Построим трассировочную таблицу для фрагмента программы ( $F=x*x$ ):

$a:=-2; b:=2$

$M:=a; R:=F(a);$

for  $t:=a$  to  $b$  do

if  $F(t) < R$  then begin

$R:=F(t); M:=t;$

end;

M	R	t	F(t)	$F(t) < R ?$
-2	4	-2	4	нет
		-1	1	да
-1	1	0	0	да
0	0	1	1	нет
		2	4	нет

Ответ

# Что нужно знать:

- если функция представляет собой квадратный трехчлен вида  $F(x) = ax^2 + bx + c$

,

то абсцисса, соответствующая точке минимума, вычисляется по формуле  $x_{\min} = -\frac{b}{2a}$

- если квадратный трехчлен задан в виде  $F(x) = a(x-p)(x-q)$

то абсцисса, соответствующая точке минимума, вычисляется по формуле  $x_{\min} = \frac{p+q}{2}$

# Определите, какое число будет напечатано в результате выполнения следующего алгоритма:

```
Var a,b,t,M,R :integer;  
Function F(x:integer):integer;  
begin  
  F:=4*(x-1)*(x-3);  
end;  


---

BEGIN  
  a:=-20; b:=20;  
  M:=a; R:=F(a);  
  for t:=a to b do begin  
    if (F(t)<R) then begin  
      M:=t; R:=F(t); end;  
    end;  
  write(M);  


---

END.
```

Функция

Корни 1, 3

$$x_0 = \frac{1+3}{2} = 2$$

Ищем минимум

Выводим абсциссу

# Определите, какое число будет напечатано в результате выполнения следующего алгоритма:

```
Var a,b,t,M,R :integer;  
Function F(x:integer):integer;  
begin  
F:=x*x + 4*x + 8;  
end;  
BEGIN  
  a:=-10; b:=10;  
  M:=a; R:=F(a);  
  for t:=a to b do begin  
    if (F(t)> R) then begin  
      M:=t; R:=F(t);  
    end; end;  
  write(R);  
END.
```

Функция

Ищем максимум

Выводим ординату

## Решение:

```
Var a,b,t,M,R :integer;  
Function F(x:integer):integer;  
begin  
F:=x*x + 4*x + 8;  
end;  
BEGIN  
  a:=-10; b:=10;  
  M:=a; R:=F(a);  
  for t:=a to b do begin  
    if (F(t)> R) then begin  
      M:=t; R:=F(t);  
    end; end;  
  write(R);  
END.
```

График – парабола, ветви вверх

Функция максимума не имеет

Проверить значения функции на  
концах отрезка и выбрать из них  
наибольшее

при  $t=-10$  получаем  $F(t)=68$  ( $F(a)$ )  
при  $t=10$  получаем  $F(t)=148$  ( $F(b)$ )

Ответ: 148

```
Program A14;  
Var d,a,b,t,M,R :real;  
Function F(x : real):real;  
begin  
  F:=(x+4)*(2-x);  
end;  
BEGIN  
a:=-2; b:=4; d:=0.1;  
t:=a; M:=a; R:=F(a);  
while t<=b do  
begin  
  if (F(t)>R) then  
begin M:=t; R:=F(t); end;  
  t:=t+d;  
end;  
write(M);  
END.
```

---

---

Задание из тренировочного  
варианта МИОО

График – парабола, ветви вниз

Корни -4, 2

$$x_0 = \frac{-4 + 2}{2} = -1$$

Цикл от a до b с шагом d

Определите, какое число будет напечатано в результате выполнения следующего алгоритма:

```
var a,b,t,M,R :integer;  
Function F(x:integer):integer;  
begin  
  F := (x*x-25)*(x*x-25)+15 end;  
begin  
  a := -15; b := 15; M := a; R := F (a) ;  
  for t := a to b do  
    if (F(t) <= R) then begin  
      M := t; R := F(t)  
    end;  
write(M+15)  
end.
```

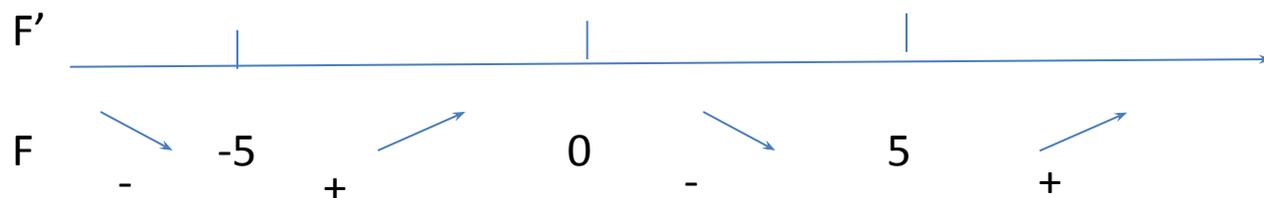
программа ищет значение  $t$ , при котором функция  $F(t)$  принимает минимальное значение на интервале от  $a$  до  $b$ .

запишем функцию в виде квадратного трёхчлена:

$$F(x) = (x^2 - 25)(x^2 - 25) + 15 = x^4 - 50x^2 + 640$$

$$F'(x) = 4x^3 - 100x$$

Нули производной:  $x = 0$ ,  $x = 5$ ,  $x = -5$



Поскольку алгоритм осуществляет поиск наименьшего  $t$ , при котором функция  $F(t)$  имеет наименьшее значение, переменной  $M$  будет присвоено значение  $-5$ . Выполнив последнее действие «`write(M+15)`», программа выведет на экран число 10.

Определите, какое число будет напечатано в результате выполнения следующего алгоритма:

```
var a,b,t,M,R :integer;  
Function F(x:integer):integer;  
begin  
  F := (x*x-9)*(x*x-9)+5 end;  
begin  
  a := -13; b := 13; M := a; R := F (a) ;  
  for t := a to b do  
    if (F(t) < R) then begin  
      M := t; R := F(t)  
    end;  
  write(M+7)  
end.
```

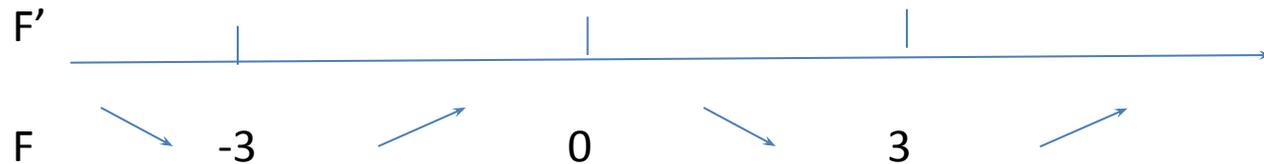
Алгоритм предназначен для поиска наименьшего  $t$ , при котором функция  $F(t)$  имеет наименьшее значение на отрезке от  $a$  до  $b$ . Преобразуем функцию:

$$F(x) = (x^2 - 9)^2 + 5 = x^4 - 18x^2 + 86$$

Вычислим производную функции:

$$F'(x) = 4x^3 - 36x$$

Нули производной:  $x = 0$ ,  $x = 3$ ,  $x = -3$ . Воспользуемся методом интервалов:



Поскольку алгоритм осуществляет поиск наименьшего  $t$ , при котором функция  $F(t)$  имеет наименьшее значение, переменной  $M$  будет присвоено значение  $-3$ . Выполнив последнее действие «`write(M+7)`», программа выведет на экран число 4.

Ответ: 4.