

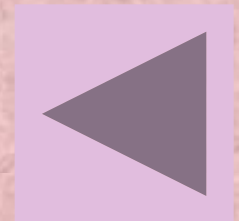
# Моделирование и формализация

Разработка и исследование  
математических моделей на компьютере

**Моделирование** – это метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей.

**Модель** – это некий новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта, явления или процесса.

Один и тот же объект может иметь **множество моделей**, а разные объекты могут описываться **одной моделью**.



Формализация – замена натурального объекта его моделью



Модели – упрощенное подобие реального объекта

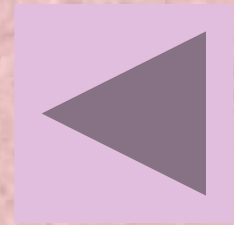


Натуральные модели



Информационные модели

## Натуральные или материальные модели

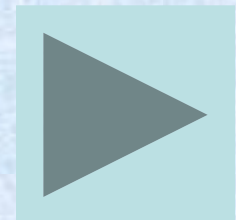


# Информационные модели

Табличная  
информационная  
модель

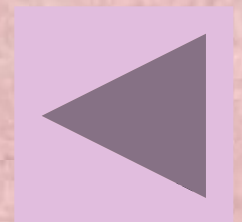
Иерархическая  
информационная  
модель

Сетевая  
информационная  
модель

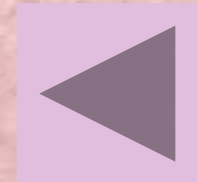
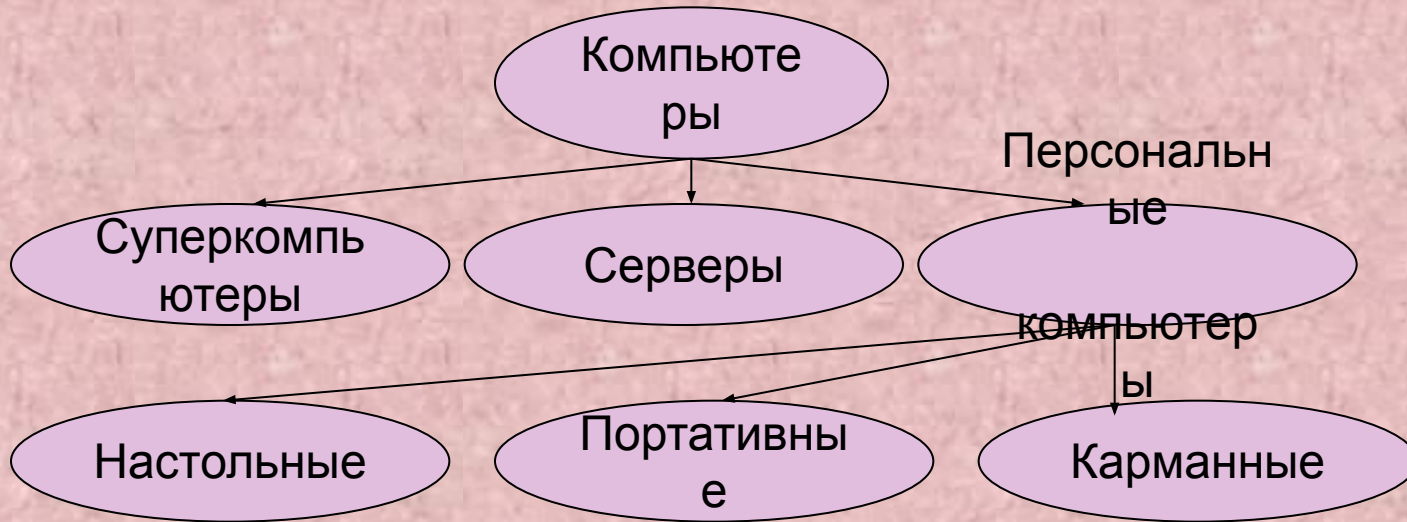


**В табличной информационной модели** перечень однотипных объектов или свойств размещен в первом столбце (или строке) таблицы, а значения их свойств размещаются в следующих столбцах (или строках) таблицы.

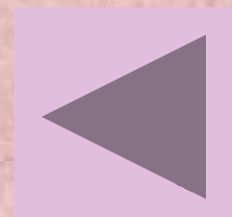
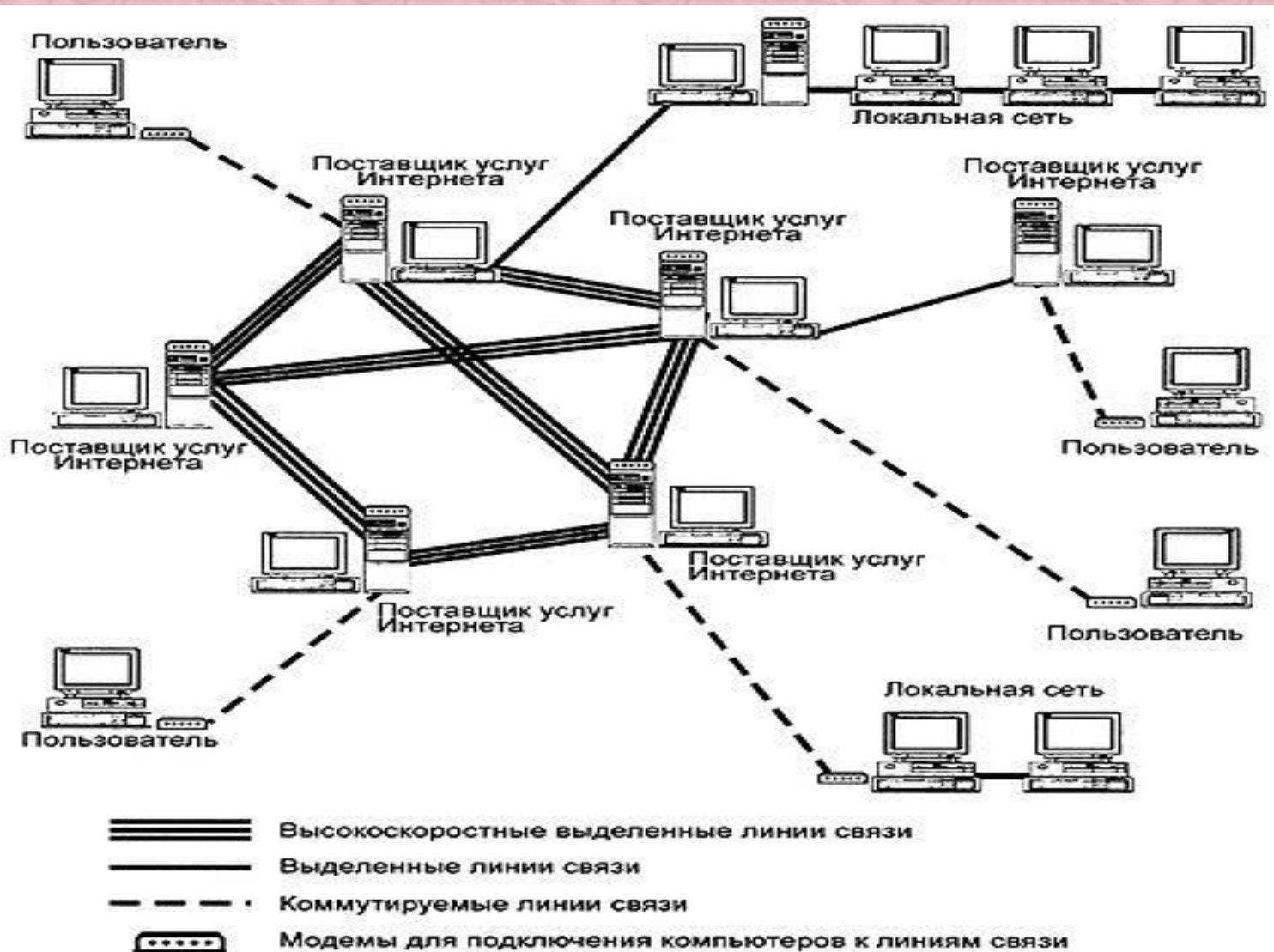
<b>Наименование устройства</b>	<b>Цена (в у.е.)</b>
Системная плата	80
Процессор Celeron (1ГГц)	70
Память DIMM 128 Мб	15



**В иерархической информационной модели объекты распределены по уровням. Каждый элемент более высокого уровня может состоять из элементов нижнего уровня, а элемент нижнего уровня может входить в состав только одного элемента более высокого уровня.**



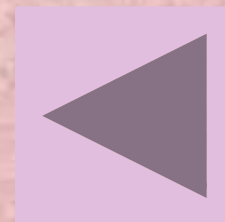
**Сетевые информационные модели** применяются для отражения систем со сложной структурой, в которых связи между элементами имеют произвольный характер.





Модели, описывающие состояние системы в определенный момент времени, называются **статическими информационными моделями.**

Модели, описывающие процессы изменения и развития систем, называются **динамическими информационными моделями.**



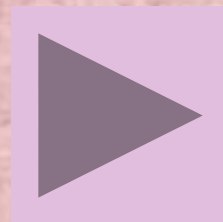
С помощью формальных языков строятся **формальные информационные модели** (математические, логические и д.р.). Одним из наиболее широко используемых формальных языков является математика.

**Формальные информационные модели**

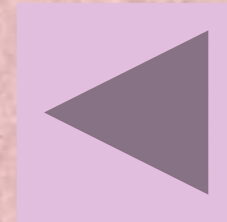
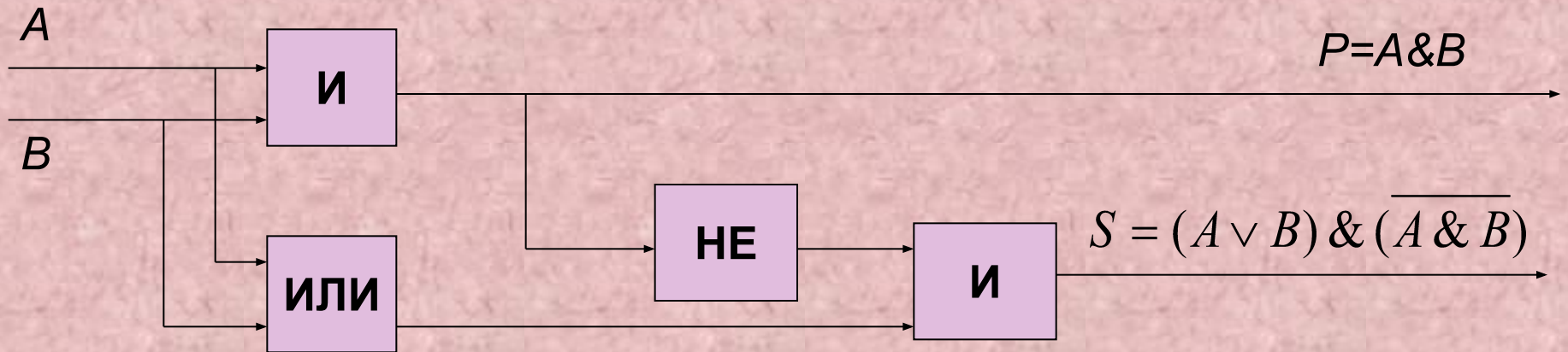
```
graph TD; A[Формальные информационные модели] --> B[Математические модели]; A --> C[Логические модели];
```

Математические модели

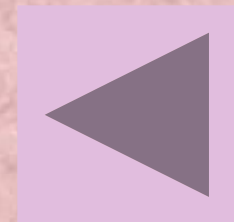
Логические модели



## Логическая схема полусумматора



**Математическая модель** – это система математических соотношений – формул, уравнений, неравенств и т.д., отражающих существенные свойства объекта или явления.



# Основные этапы разработки и исследования моделей на компьютере.

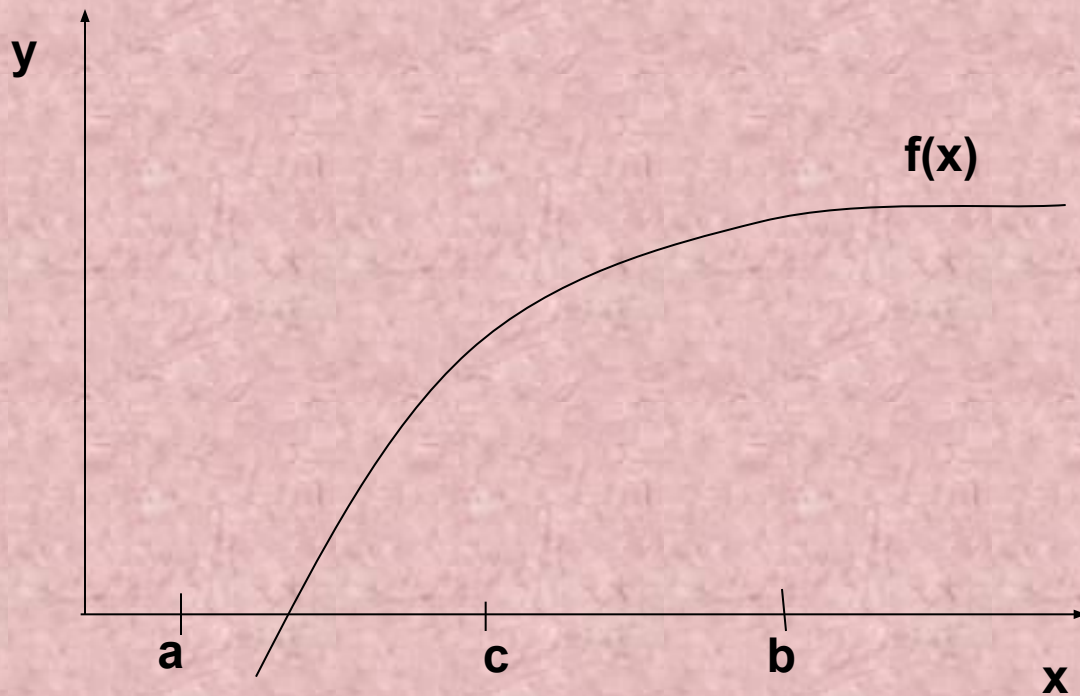
1. *Создание описательной информационной модели.*
2. *Создание формализованной модели.*
3. *Преобразование формализованной модели в компьютерную модель.*
4. *Проведение компьютерного эксперимента.*
5. *Анализ полученных результатов и коррекция исследуемой модели.*

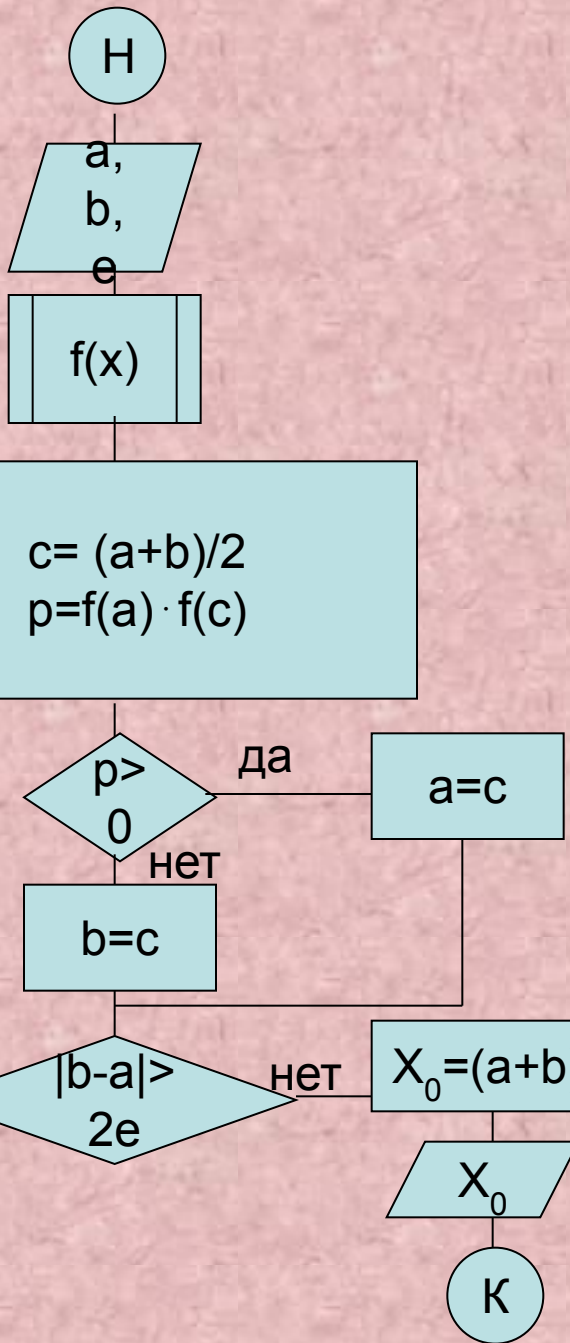
## Математические модели:

- Приближенное решение уравнений
- Определение экстремума функции
- Вычисление площади криволинейной трапеции



## *Метод половинного деления.*





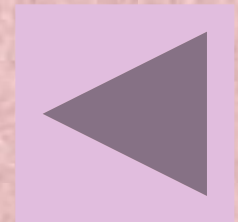
```

PROGRAM KOREN;
VAR a, b, c, e, p, x0: REAL;
FUNCTION f (x: REAL): REAL;
BEGIN
    f:=cos(x)-x;
END;
BEGIN
    WRITE ('Введите a, b, e');
    READLN (a, b, e);
    WHILE ABS (b-a) > 2*e DO
    BEGIN
        c:= (a+b)/2;
        p:= f(a)*f(c);
        IF p>0 THEN a:=c ELSE b:=c;
    END;
    x0:= (a+b)/2;
    WRITELN ('x0=', x0:10:6);
READLN;
END.
  
```

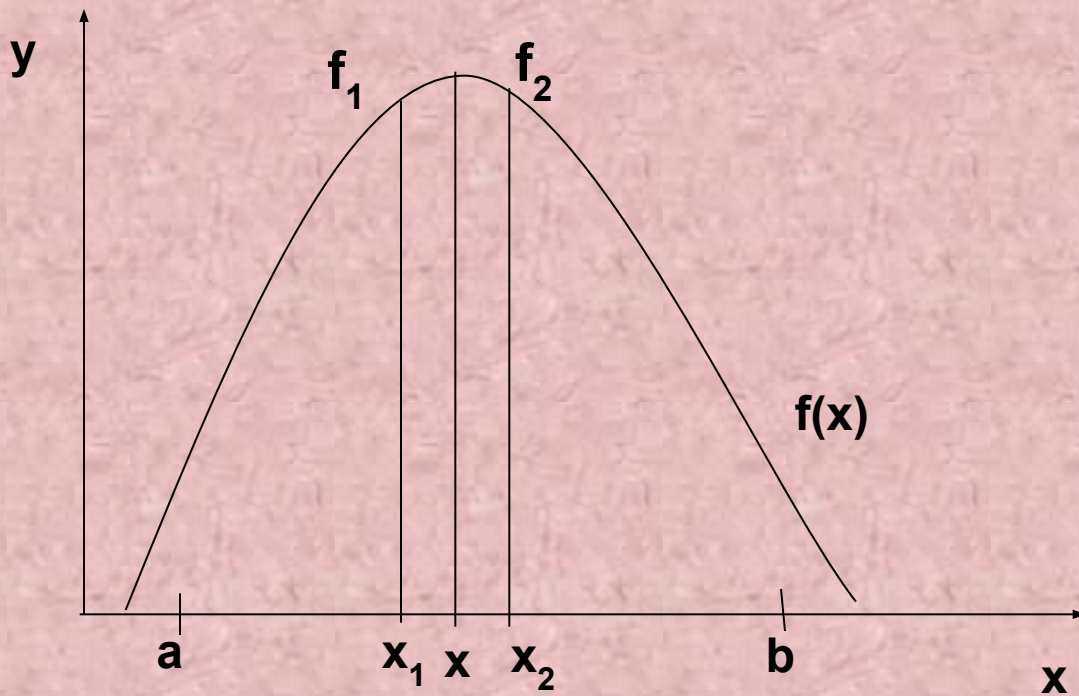


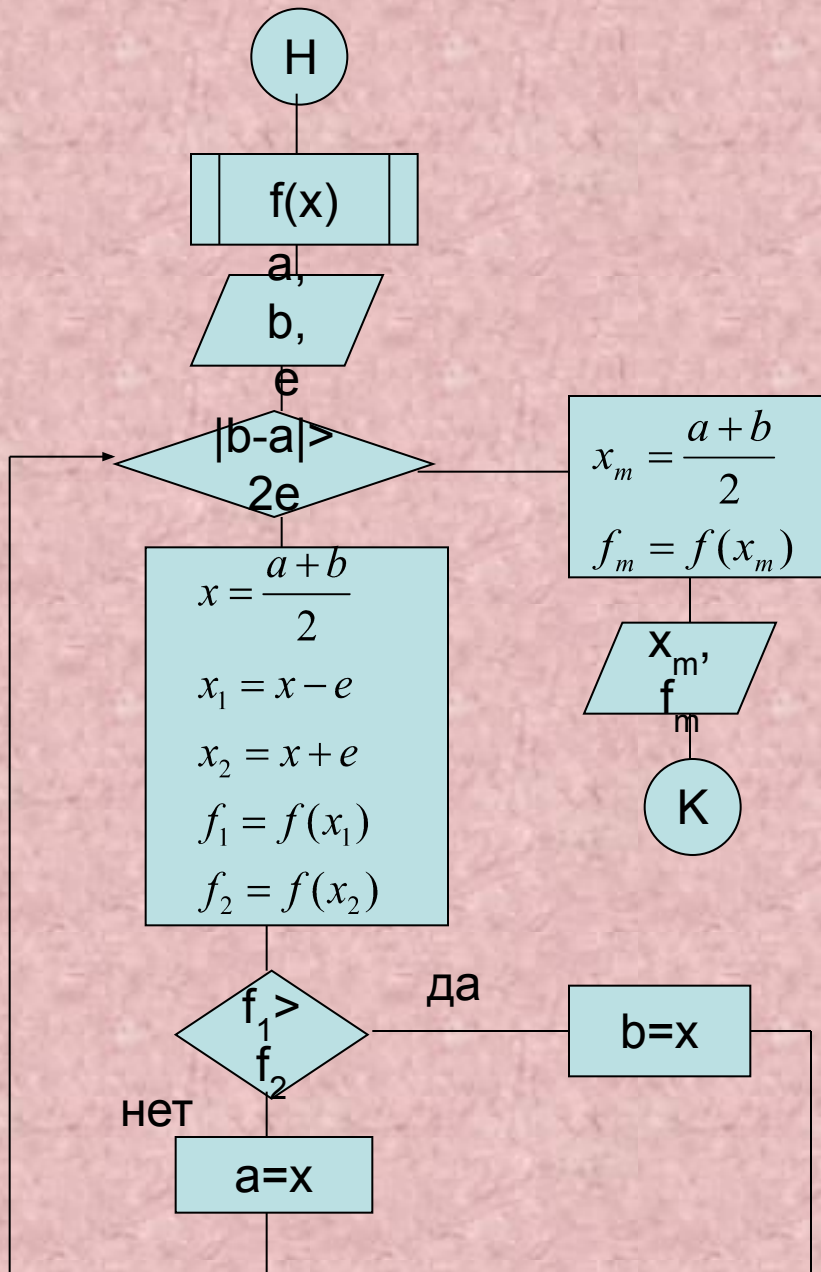
$$\cos(x) - x = 0$$

e	0.01	0.001	0.0001	0.00001
$x_0$	0.742188	0.739258	0.739075	0.7390892



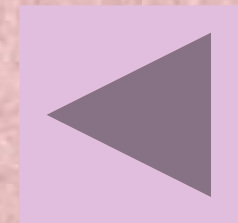
# Метод половинного деления.



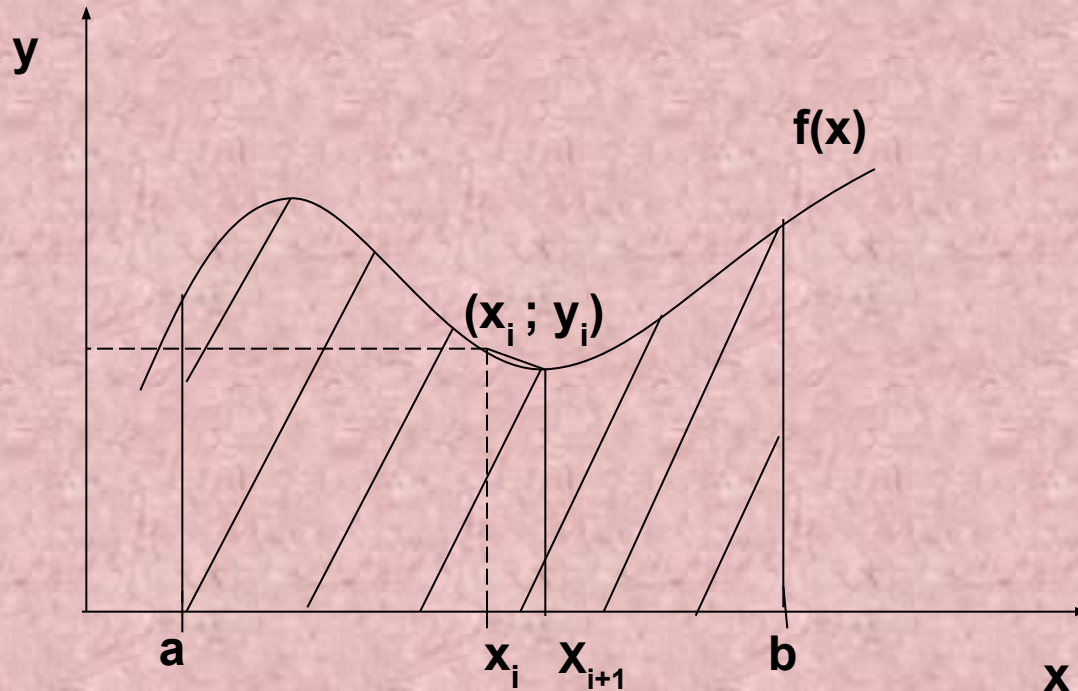


```

PROGRAM EXTRA;
VAR a, b, e, xm, fm, x, x1, x2, f1, f2: REAL;
FUNCTION f (x: REAL): REAL;
BEGIN
    f:= - x*x - 9*x + 8;
END;
BEGIN
    WRITE ('введите a, b, e');
    READLN (a, b, e);
    WHILE ABS (b - a) > 2*e DO
    BEGIN
        x:= (a+b)/2; x1:= x - e; x2:= x + e;
        f1:= f(x1); f2:= f(x2);
        IF f1>f2 THEN b:=x ELSE a:=x;
    END;
    xm:= (b+a)/2; fm:= f(xm);
    WRITELN ('xm=', xm:10:6);
    WRITELN ('fm=', fm:10:6);
    READLN;
END.
  
```

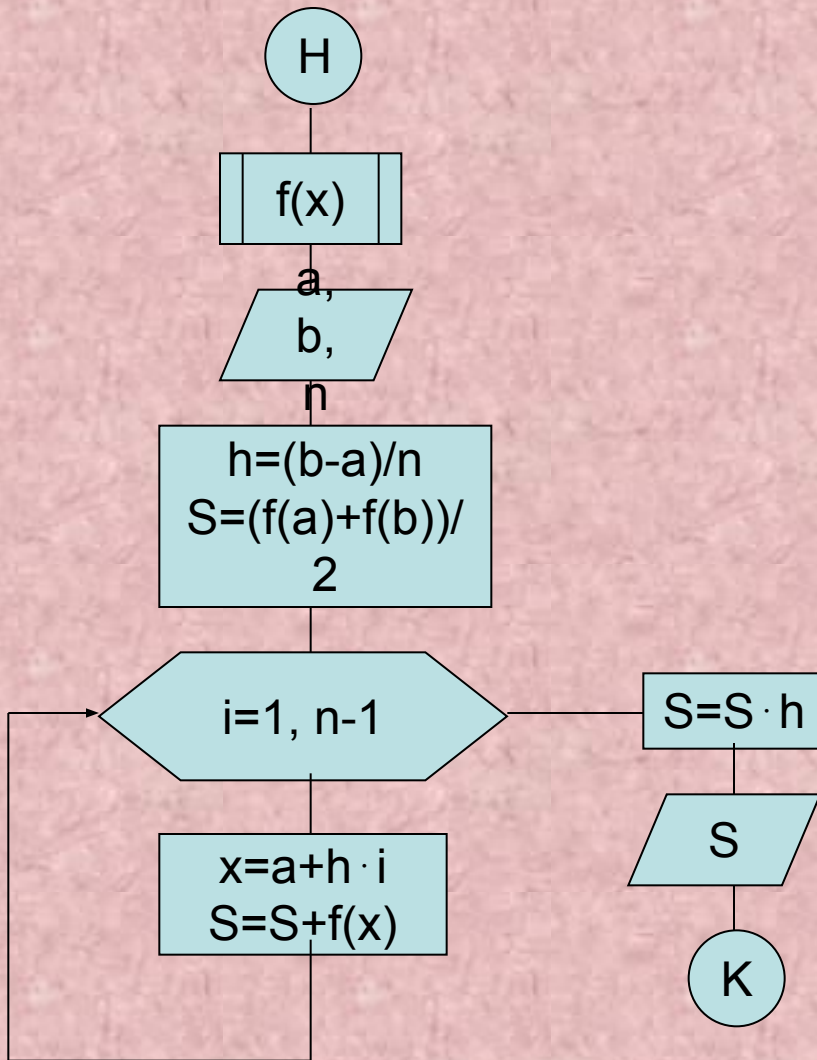


## Вычисление площади криволинейной трапеции.



$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n = h \cdot \left( \frac{f(x_0) + f(x_1)}{2} + \frac{f(x_1) + f(x_2)}{2} + \dots + \frac{f(x_{n-1}) + f(x_n)}{2} \right)$$

$$S = h \cdot \left( \frac{f(a) + f(b)}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} f(x_i) \right)$$



**PROGRAM TRAPECYA;**

**VAR n, i: INTEGER;**

**a, b, h, x, y, s : REAL;**

**FUNCTION f (x: REAL): REAL;**

**BEGIN**

**f = sin (x);**

**END;**

**BEGIN**

**a:=0; b:=3.141592;**

**WRITELN ('введите n');**

**READLN (n);**

**h:= (b-a)/n;**

**s:= (f(a)+f(b))/2;**

**FOR i:=1 TO n - 1 DO**

**BEGIN x:= a + h\*i; s:= s +f(x);**

**END;**

**S:=s\*h;**

**WRITELN ('n', n, 's', s:10:6);**

**READLN;**

**END.**

```

PROGRAM TRAPECYA;
VAR n, i: INTEGER;
    a, b, h, x, y, s, s1, s2, d, e: REAL;

```

```

FUNCTION f (x: REAL): REAL;
BEGIN f = sin (x); END;

```

```

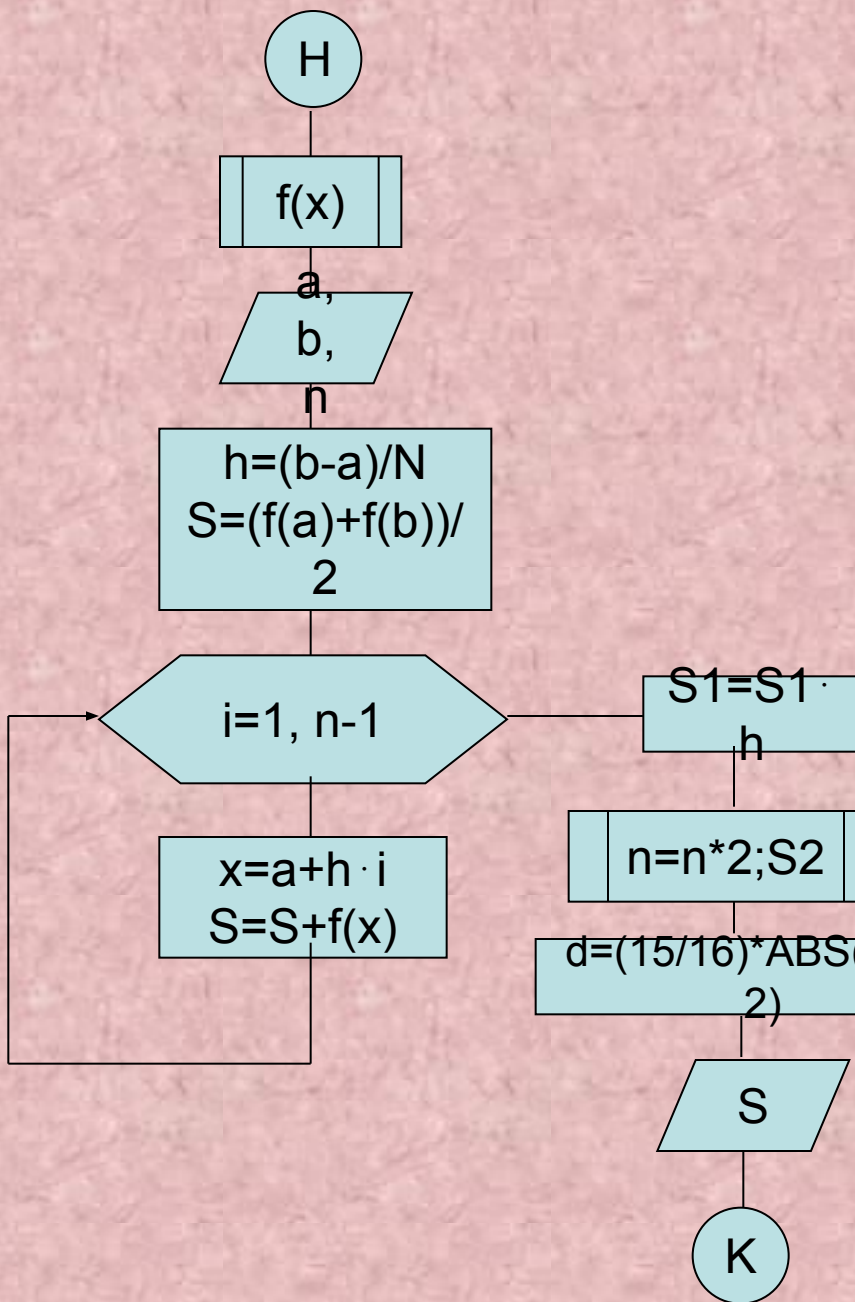
PROCEDURE SUM;
BEGIN h:= (b-a)/n; s:= (f(a)+f(b))/2;
FOR i:=1 TO n - 1 DO
    BEGIN x:= a + h*i; s:= s +f(x); END;
S:=s*h; Writeln ('n', n, 's', s:10:6);
END;

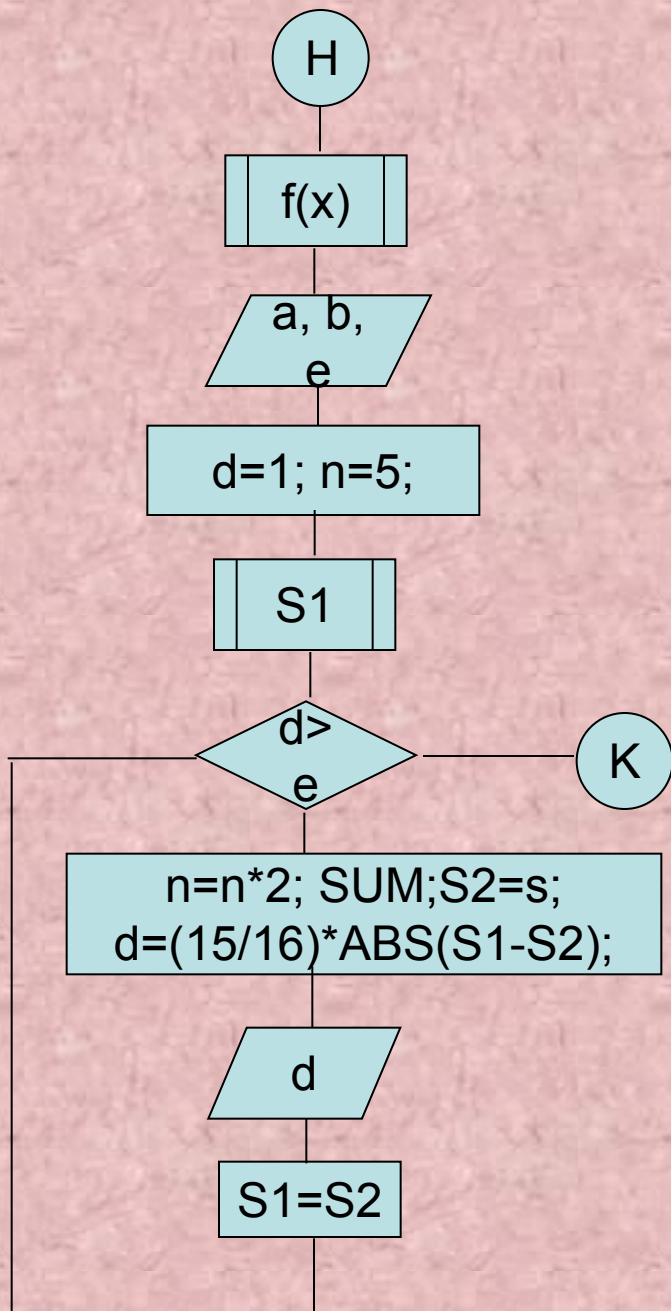
```

```

BEGIN
a:=0; b:=3.14159;
Writeln ('введите n');
Readln (n);
SUM; s1:=s;
n:= n*2;SUM; s2:=s;
d:= (15/16)*ABS(s1-s2);
Writeln ('del', d:10:6);
Readln;
END.

```





```

PROGRAM TRAPECYA;
VAR n, i: INTEGER;
    a, b, h, x, y, s, s1 , s2, d, e: REAL;

```

```

FUNCTION f (x: REAL): REAL;
BEGIN f := sin (x);END;

```

```

PROCEDURE SUM;
BEGIN h:= (b-a)/n; s:= (f(a)+f(b))/2;
FOR i:=1 TO n - 1 DO
BEGIN x:= a + h*i; s:= s +f(x); END;
S:=s*h; Writeln ('n', n, 's', s:10:6);
END;

```

```

BEGIN
a:=0; b:=3.14159; Writeln ('введите e');
Readln (e); d:= 1; n:=5; SUM; s1:=s;
WHILE d>e DO
BEGIN
n:= n*2;SUM; s2:=s;
d:= (15/16)*ABS(s1-s2);
Writeln ('del', d:10:6);
s1:=s2;
END;
Readln;
END.

```

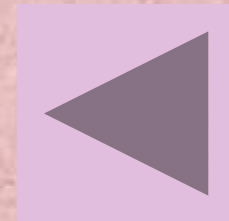
## **Вычисление площади криволинейной трапеции с заданной точностью**

<b>e</b>	<b>n</b>
0.001	96
0.0001	384
0.00001	768
0.000001	3072
0.0000001	12288



## ***Определение погрешности вычисления интеграла***

<b>n</b>	<b>e</b>
100	0.000116
200	0.000029
500	0.000005
1000	0.000001



## **Выводы:**

- 1. Математическое моделирование с использованием ПК позволяет находить решения задач, которые нельзя решить аналитически.**
- 2. При использовании метода половинного деления при вычислении корня функции и экстремума функции точность вычисления задается пользователем, что влияет на длительность вычислительного процесса.**
- 3. Для уменьшения погрешности вычислений площади криволинейной трапеции необходимо увеличивать количество отрезков разбиения.**
- 4. Заданная точность вычисления площади криволинейной трапеции достигается многократным увеличением количества отрезков разбиения.**