

Пояснительная записка

БПИ192

Вариант 11.

Карякин Алексей

1.Текст задачи

Разработать программу, вычисляющую с помощью степенного ряда с точностью не хуже 0,1% значение функции $\arccos(x)$ для заданного параметра x (использовать FPU)

2.Теория

Для подсчёта $\arccos(x)$ используется разложение:

$$\arccos x = \frac{\pi}{2} - \arcsin x = \frac{\pi}{2} - \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(2n)!}{4^n (n!)^2 (2n+1)} x^{2n+1} \text{ for } |x| \leq 1$$

3.Программа

1) Переменные

```
x dq ?
strDFormat db '%lf', 0
strIFormat db '%d', 0
inputStr db 'Enter the x:', 10, 0
wrongInputStr db 'X must be [-1;1]!', 10, 0
arccosStr db 'Arccos(x) = %lf', 10, 0
empty db '', 10, 0
rubb dq ?
one dq 1.0
four dq 4.0
answer dq ?
f1_1 dq -1.0
f1_2 dq 0.0
f2 dq 1.0
dit dq 1.0
```

Исходные данные:

x – в x хранится значение косинуса, для которого нам нужно найти $\arccos(x)$. Допустимые значения находятся в пределах $[-1;1]$.

Другие переменные:

strDFormat – строка, определяющая тип вещественных чисел.

strIFormat – строка, определяющая тип целочисленных значений.

inputStr – сообщение, выводимое при вводе

wrongInputStr – сообщение, выводимое при некорректном вводе.

arccosStr – строка, выводимая для ответа.

empty – пустая строка со знаком перехода на след.строку в конце.

rubb – переменная, в которую извлекаются ненужные данные из вершины стека.

one – вещественное число 1.0

four – вещественное число 4.0

answer – переменная, в которую будет записан ответ

f1_1 – одна из переменных, необходимых для подсчёта $(2n)!$

f1_2 – одна из переменных, необходимых для подсчёта $(2n)!$

f2 – переменная, используемая для подсчёта $(n!)^2$

dit – переменная счётчик для подсчёта $(2n+1)$

2) Текст программы:

```
-----  
section '.data' data readable writable  
  
    x dq ?  
    strDFormat db '%lf', 0  
    strIFormat db '%d', 0  
    inputStr db 'Enter the x:', 10, 0  
    wrongInputStr db 'X must be [-1;1]!', 10, 0  
    arccosStr db 'Arccos(x) = %lf', 10, 0  
    empty db '', 10, 0  
    rubb dq ?  
    one dq 1.0  
    four dq 4.0  
    answer dq ?  
    f1_1 dq -1.0  
    f1_2 dq 0.0  
    f2 dq 1.0  
    dit dq 1.0  
  
-----  
section '.code' code readable executable  
  
start:  
    finit          ;инициализация сопроцессора.  
    jmp Input  
  
Input:  
    push inputStr  ;Вывод строки ввода  
    call [printf]  
    add esp, 4  
  
    push x  
    push strDFormat  
    call [scanf]   ;Ввод числа x  
    add esp, 4  
  
    fldl  
    fld [x]  
    fabs
```

```

        fcom st1          ;Сравнение введённого числа с 1 (по модулю)
        fstsw ax
        sahf
        fstp [rubbb]
        fstp [rubbb]
        ja WrongInput

        jmp Arccos
WrongInput:
        push wrongInputStr ;Вывод сообщения о неправильном вводе
        call [printf]
        add esp, 4

        jmp Input

Arccos:
        lea esi, [x]

        fld qword [esi]
        fld [one]
        fld [one]
        fld [one]
        fld qword [esi]

        mov ebx, 1

        ;B st0 будет храниться  $x^{(2i+1)}$ 
        ;B st1 будет храниться  $(2i)!$ 
        ;B st2 будет храниться  $(i!)^2$ 
        ;B st3 будет храниться  $4^i$ 
        ;B st4 будет храниться сумма.

        cycle:
            ;----- В этом блоке считается  $x^{(2i+1)}$ 
            fld qword [esi]

            fmul st1, st0
            fmul st1, st0

            fstp [rubbb]
            ;-----В этом блоке считается  $4^i$ 
            fld [four]          ;Добавляем в стек 4.0

            fmul st4, st0

```

```

fstp [rubbb]
;-----В этом блоке считается (i!)^2
fld [f2]
fmul st0, st0
fmul st3, st0

fsqrt
fld [one]
fadd st1, st0

fstp [rubbb]
fstp [f2]
;-----В этом блоке считается (2i)!
fld [f1_1]
fld [f1_2]
fld [one]

fadd st1, st0
fadd st1, st0
fadd st2, st0
fadd st2, st0

fstp [rubbb]

fmul st3, st0
fxch st1
fmul st3, st0
fxch st1

fstp [f1_2]
fstp [f1_1]
;-----В этом блоке мы по формуле собираем посчитанные числа, делим их на (2i+1) и получаем один член нашей суммы.
fldz
fadd st0, st1

fmul st0, st2
fddiv st0, st4
fddiv st0, st3

```

```

fld [dit]
fld [one]
fadd st1, st0
fstp [rubbb]
fst qword[dit]
fld [one]
fadd st0, st0
fmul st1, st0
fstp [rubbb]

```

```

fld [one]
fadd st1, st0
fstp [rubbb]

```

```

fddiv st1, st0
fstp [rubbb]

```

```

fadd st5, st0
fstp [rubbb]

```

```

;-----Увеличение счётчика цикла.

```

```

add ebx, 1
cmp ebx, 870
jne cycle

```

```

fxch st4 ;Помещаем в вершину стека нужный ответ
fstp [answer] ;Извлекаем его и ложим в answer.

```

```

;-----Считаем Pi/2

```

```

fldpi
fldl
fadd st0, st0
fddiv st1, st0
fstp [rubbb]
;-----

```

```

;-----Вычитаем из Pi/2 answer.

```

```

fld [answer]
fsub st1, st0
fstp [rubbb]
fstp [answer]

```

```

        invoke printf, strDFormat, dword[answer], dword[answer+4] ;Вывод ответа
        jmp Exit
Exit:
        call [getch]

        push 0
        call [ExitProcess]

section '.idata' import data readable
    library kernel, 'kernel32.dll',\
        msvcrt, 'msvcrt.dll',\
        user32, 'USER32.DLL'

include 'api\user32.inc'
include 'api\kernel32.inc'
    import kernel,\
        ExitProcess, 'ExitProcess',\
        HeapCreate, 'HeapCreate',\
        HeapAlloc, 'HeapAlloc'
include 'api\kernel32.inc'
    import msvcrt,\
        printf, 'printf',\
        scanf, 'scanf',\
        getch, '_getch'

```

3) Описание подсчёта $\arccos(x)$

```

;B st0 будет храниться  $x^{(2i+1)}$ 
;B st1 будет храниться  $(2i)!$ 
;B st2 будет храниться  $(i!)^2$ 
;B st3 будет храниться  $4^i$ 
;B st4 будет храниться сумма.

```

При каждой итерации цикла в начале у нас хранятся значения членов предыдущего элемента ряда.

Новое значение члена $x^{(2i+1)}$ будет равно $x^{(2(i-1) + 1)} * x * x$.

Для подсчёта 4^i нужно домножить $4^{(i-1)}$ на 4.

Для подсчёта $(i!)^2$ мы берём значение $((i-1)!)^2$ и домножаем его на i^2 .

Для подсчёта $(2i)!$ используются две переменные: $f1_1$ и $f1_2$. Мы берём значение $(2(i-1))!$, прибавляем к обозначенным выше переменным 2. И домножаем $(2(i-1))!$ на эти переменные. Затем всё это собираем согласно формуле, и делим на $(2i+1)$.

Считаем $\pi/2$ и вычитаем answer и выводим чисто $\text{Arccos}(x)$.

(Ответ получается не до конца точным, если брать больше 870 итераций, то в answer записывается что то непонятное)

4) Скриншоты работы

```
flat assembler 1.73.25
File Edit Search Run Options Help

include 'win32a.inc'

section '.data' data readable writable

x dq ?
strDFormat db 'x:', 0
strIFormat db 'x:', 0
inputStr db 'Enter the x:', 10, 0
wrongInputStr db 'X must be [-1;1]', 10, 0
arccosStr db 'Arccos(x) = x:', 10, 0
empty db '', 10, 0
rubb dq ?
one dq 1.0
four dq 4.0
answer dq ?
fl_1 dq -1.0
fl_2 dq 0.0
f2 dq 1.0
dit dq 1.0

section '.code' code readable executable

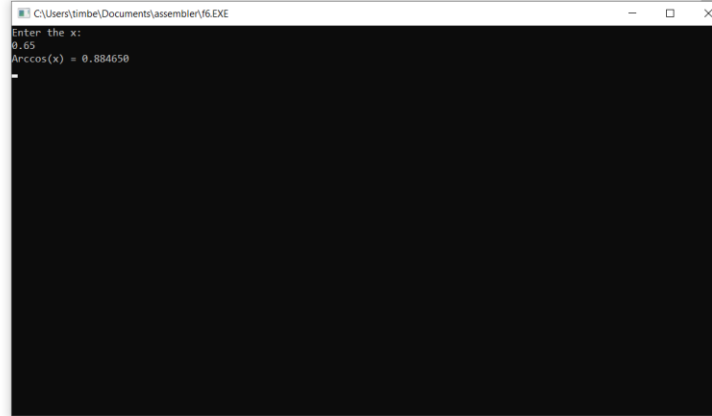
start:
    finit ;инициализация сопроцессора.
    jmp Input

Input:
    push inputStr ;Вывод строки ввода
    call [printf]
    add esp, 4

    push x
    push strDFormat
    call [scanf] ;Ввод числа x
    add esp, 4

    fldl
    fld [x]
    fabs
    fcom stl ;Сравнение введенного числа с 1 (по модулю)

;ASM
18,34
```



```
flat assembler 1.73.25
File Edit Search Run Options Help

include 'win32a.inc'

section '.data' data readable writable

x dq ?
strDFormat db 'x:', 0
strIFormat db 'x:', 0
inputStr db 'Enter the x:', 10, 0
wrongInputStr db 'X must be [-1;1]', 10, 0
arccosStr db 'Arccos(x) = x:', 10, 0
empty db '', 10, 0
rubb dq ?
one dq 1.0
four dq 4.0
answer dq ?
fl_1 dq -1.0
fl_2 dq 0.0
f2 dq 1.0
dit dq 1.0

section '.code' code readable executable

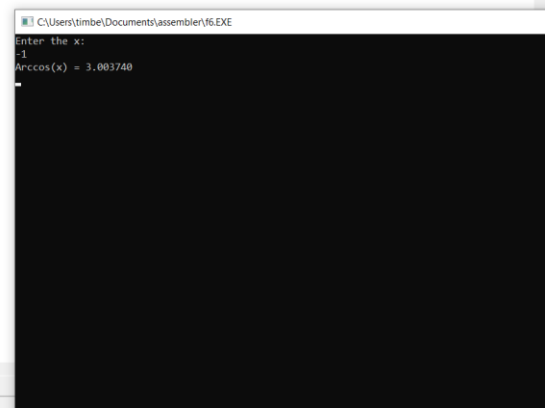
start:
    finit ;инициализация сопроцессора.
    jmp Input

Input:
    push inputStr ;Вывод строки ввода
    call [printf]
    add esp, 4

    push x
    push strDFormat
    call [scanf] ;Ввод числа x
    add esp, 4

    fldl
    fld [x]
    fabs
    fcom stl ;Сравнение введенного числа с 1 (по модулю)

;ASM
18,34
```



```
Flat assembler 1.73.25
File Edit Search Run Options Help
C:\Users\timbe\Documents\assembler\V6.EXE
Enter the x:
0
Arccos(x) = 1.570796

;-----
sect
start
Input:
push inputStr ;Вывод строки ввода
call [printf]
add esp, 4

push x
push strDFormat
call [scanf] ;Ввод числа x
add esp, 4

fldl
fld [x]
fabs
fcom stl ;Сравнение введенного числа с 1 (по модулю)

#ASM
23,113
```

```
Flat assembler 1.73.25
File Edit Search Run Options Help
include 'win32a.inc'
section '.data' data readable writable
x dq ?
strDFormat db '%lf', 0
strIFormat db '%i', 0
inputStr db 'Enter the x:'
wrongInputStr db 'Arccos(x) = 0.137853'
arccosStr db 'Arccos(x) = 0.137853'
empty db '', 10
rubb db ?
one dq 1.0
four dq 4.0
answer dq ?
fl_1 dq -1.0
fl_2 dq 0.0
f2 dq 1.0
dit dq 1.0

section '.code' code readable writable
start:
finit ;инициализация
jmp Input
Input:
push inputStr
call [printf]
add esp, 4

push x
push strDFormat
call [scanf]
add esp, 4

fldl
fld [x]
fabs
fcom stl ;Сравнение введенного числа с 1 (по модулю)

#ASM
23,113
```