

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Департамент программной инженерии
Дисциплина: «Архитектура вычислительных систем»

Вычисление арккосинуса с использованием ряда Тейлора

Пояснительная записка

Выполнил:
Попов Андрей Эдуардович,
студент гр. БПИ197.

Москва
2020

Содержание

1. Текст задания	2
2. Применяемые расчетные методы	3
2.1. Теория решения задания.....	3
2.2. Дополнительный функционал программы	3
3. Тестирование программы.....	4
3.1. Корректные значения	4
3.2. Некорректные значения.....	4
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Список литературы	5
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Код программы.....	6

1. Текст задания

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

2. Применяемые расчетные методы

2.1. Теория решения задания

Для решения поставленной задачи использовалось разложение в ряд Тейлора:

$$\arccos x = \frac{\pi}{2} - \left(x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \dots + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1) x^{2n+1}}{2 \cdot 4 \cdot 6 \dots (2n)(2n+1)} + \dots \right)$$

Каждый новый член ряда вычислялся в цикле путём арифметических операций над предыдущим членом ряда. Вычисление членов ряда проводилось до тех пор, пока новый член ряда не станет меньше $\epsilon = 0.00000001$.

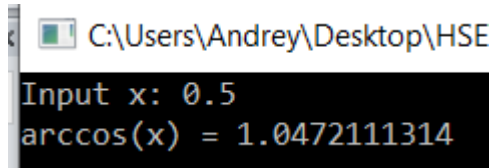
2.2. Дополнительный функционал программы

Программа обрабатывает ситуацию неверного ввода – в случае, если x вышел за пределы допустимого диапазона $[-0.5, 0.5]$. В таком случае программа сообщит пользователю о неверном вводе и завершится. Если на вход было послано не число, программа считает, что бы введён 0.

диапазон $[-0.5, 0.5]$ (не $[-1, 1]$) был выбран с учётом, что вычисления $\arccos(x)$ ($0.5 < |x| < 1$) может потребоваться вычислить очень много членов ряда.

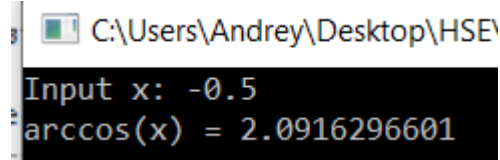
3. Тестирование программы

3.1. Корректные значения



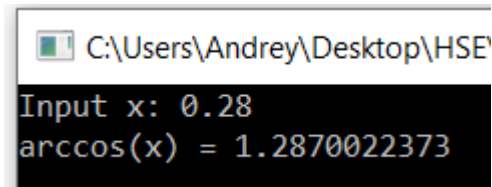
```
C:\Users\Andrey\Desktop\HSE
Input x: 0.5
arccos(x) = 1.0472111314
```

1. Рисунок 1. $x = 0.5$ и $\arccos(x) = 1.0472$. Что приближено к реальному значению



```
C:\Users\Andrey\Desktop\HSE
Input x: -0.5
arccos(x) = 2.0916296601
```

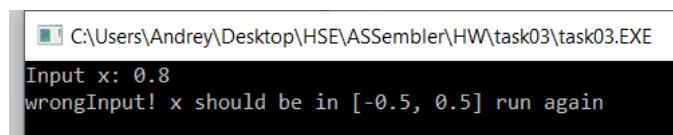
2. Рисунок 2. $x = -0.5$ и $\arccos(x) = 2.0916$. Что приближено к реальному значению



```
C:\Users\Andrey\Desktop\HSE
Input x: 0.28
arccos(x) = 1.2870022373
```

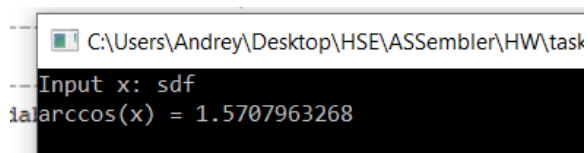
3. $x = 0.28$ и $\arccos(x) = 1.2870$. Что приближено к реальному значению

3.2. Некорректные значения



```
C:\Users\Andrey\Desktop\HSE\ASSEMBLER\HW\task03\task03.EXE
Input x: 0.8
wrongInput! x should be in [-0.5, 0.5] run again
```

Рисунок 1. $x = 0.8$ и сообщение об ошибке



```
C:\Users\Andrey\Desktop\HSE\ASSEMBLER\HW\task
Input x: sdf
arccos(x) = 1.5707963268
```

Рисунок 2. Введено sdf и $\arccos(x) = 0$. Т.к посчитало будто введён 0.

Список литературы

1. Заголовок. [Электронный ресурс] // URL:
<http://flatassembler.narod.ru/fasm.htm>
2. Заголовок. [Электронный ресурс] // URL:
<http://www.math24.ru/%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%84%D1%83%D0%BD%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B9-%D0%B2-%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BF%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D1%80%D1%8F%D0%B4%D1%8B.html>

Код программы

```

format PE console
entry start

include 'win32a.inc'
;-----
; Разработать программу, вычисляющую с
;помощью степенного ряда с точностью не
;хуже 0,1% значение функции arccos(x) для
;заданного параметра x (использовать FPU)
;-----
;
;-----
section '.data' data readable writable

    strQuestion db 'Input x: ', 0
    tFormat db '%lf', 0
    strAnswer db 'arccos(x) = %1.10f', 10, 0
    strWrong db 'wrongInput! x should be in [-0.5, 0.5] run again', 10, 0

    x dq ?
    e dq 0.00000001
    arccos dq 1.57079632679
    addFloat dq 1.0
    i dq 1.0
    elem dq 1.0
    minX dq -0.5
    maxX dq 0.5
    tmp dq ?
    tmpesp dd ?
;-----
section '.code' code readable executable
start:
    FINIT
    call input ;input data
    call getArccos ; arccos search
    invoke printf, strAnswer, dword[arccos], dword[arccos + 4] ;output answer
    jmp finish
;-----
input:
    mov [tmpesp], esp
    invoke printf, strQuestion ;write question for data
    invoke scanf, tFormat, x ;read data

```

```
mov esp, [tmpesp]
```

```
;checking data
```

```
FLD [x]
```

```
FLD [minX]
```

```
FXCH
```

```
FCOMI st1
```

```
jb wrongInput
```

```
FLD [x]
```

```
FLD [maxX]
```

```
FXCH
```

```
FCOMI st1
```

```
ja wrongInput
```

```
ret
```

```
wrongInput:
```

```
;if input is wrong
```

```
invoke printf, strWrong
```

```
jmp finish
```

```
;-----
```

```
finish:
```

```
call [getch]
```

```
push 0
```

```
call [ExitProcess]
```

```
;-----
```

```
getArccos:
```

```
;add first elem to sum
```

```
FLD [arccos]
```

```
FSUB [x]
```

```
FSTP [arccos]
```

```
;add second elem to sum
```

```
FLD [elem] ;
```

```
FMUL [x]
```

```
FMUL [x]
```

```
FMUL [x]
```

```
FSTP [elem]
```

```
FLD [i]
```

```
FADD [addFloat]
```

```
FSTP [i]
```

```
FLD [elem]
```

```
FDIV [i]
```


FSTP [elem]

FLD [i]

FADD [addFloat]

FSTP [i]

FLD [elem]

FDIV [i]

FSTP [elem]

FLD [arccos]

FSUB [elem]

FSTP [arccos]

;-----

startLoop:

;adding new elem n sum

;-----

FLD [elem] ;elem *= x * x

FMUL [x]

FMUL [x]

FMUL [i]

FMUL [i] ;elem *= 2*i

FSTP [elem]

FLD [i]

FADD [addFloat] ; i++

FSTP [i]

FLD [elem]

FDIV [i] ; elem /= i

FSTP [elem]

FLD [i]

FADD [addFloat] ; i++

FSTP [i]

FLD [elem]

FDIV [i] ; elem /= i

FSTP [elem]

FLD [elem]

FLD [e]

FXCH

FCOMI st1 ;checking if new element lower than e

```

    jb endLoop

    FSTP [tmp]
    FLD [arccos]
    FSUB [tmp]          ;arccos -= elem[i]
    FSTP [arccos]
    jmp startLoop
;-----
endLoop:
    ret
;-----
section '.idata' import data readable
    library kernel, 'kernel32.dll',\
        msvcrt, 'msvcrt.dll'

import kernel,\
    ExitProcess, 'ExitProcess'
import msvcrt,\
    printf, 'printf',\
    sprintf, 'sprintf',\
    scanf, 'scanf',\
    getch, '_getch'

```