

СОГЛАСОВАНО

Научный руководитель,
доцент департамента программной инженерии
факультета компьютерных, канд. техн. наук

_____ А.И. Легалов

« ____ » _____ 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель образовательной
программы «Программная инженерия» профессор
департамента программной инженерии, канд. техн.
наук

_____ В. В. Шилов

« ____ » _____ 2020 г.

| | | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

Микропроект

Пояснительная записка

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

RU.17701729.04.01-01 81 01-1 ЛУ

Исполнитель

студент группы БПИ197

_____ / П. О. Кулешова /

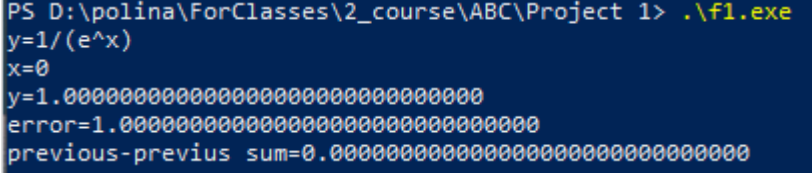
« ____ » _____ 2020 г.

УТВЕРЖДЕН
RU.17701729.04.01-01 81 01-1

| | | | | |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

Микропроект
Пояснительная записка
RU.17701729.04.01-01 81 01-1
Листов 16

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| 1.1. Наименование программы | 3 |
| 1.2. Документ, на основе которого ведется разработка | 3 |
| 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ | 4 |
| 1.1 Назначение разработки | 4 |
| 1.2 Краткая характеристика области применения | 4 |
| 2. Описание программы | 5 |
| Условие задачи | 5 |
| Область допустимых значений | 5 |
| Метод решения | 5 |
| Алгоритм решения | 5 |
| ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ | 6 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Таблицы с описанием команд | 7 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Код программы | 9 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Тестирование программы | 13 |
|  | 13 |
| ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ | 15 |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

ВВЕДЕНИЕ**1.1.Наименование программы**

Наименование программы: Микропроект

Краткое наименование программы: Микропроект.

1.2.Документ, на основе которого ведется разработка

<http://softcraft.ru/edu/comparch/tasks/mp01/#m7>

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Назначение разработки

Назначение разработки – вычисление $\frac{1}{e^x}$ на языке Ассемблер, в среде разработки FASM.

1.2 Краткая характеристика области применения

Научно-исследовательская область.

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Условие задачи

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

Область допустимых значений

$[-10;10]$, с точностью до шести знаков после запятой

Метод решения

Задача решалась с применением метода разложения в ряд Тейлора: $\frac{1}{e^x} = 1 - \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} \dots =$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n!}$$

Алгоритм решения

1. Производим ввод переменной
2. В цикле, пока разница между текущей и предыдущей значениями сумм не будет равна нулю (то есть n -й член ряда Тейлора не станет равным машинному нулю):
 - а. Мы высчитываем i -й член ряда Тейлора
 - б. Прибавляем его к уже имеющейся сумме
 - с. Проверяем на ноль, если ноль – выходим, иначе – повторяем пункт 2
3. Высчитываем погрешность как разность текущей и предпредыдущей суммы (так как значение предыдущей суммы = значению текущей по условию)
4. Выводим значение функции и погрешности

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

ИСТОЧНИКИ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

1. ГОСТ 19.404-79 Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению// Единая система программной документации. – М.: ИПК Стандартиформ, 2010.
2. Сайт «SoftCraft». URL: <http://www.softcraft.ru/edu/comparch/practice/asm86/05-fpu/sqroot32/sqroot32.asm> [<http://www.softcraft.ru>] Просмотрено: 27.10.2020
3. Сайт «Программирование». URL: <https://prog-cpp.ru/asm-coprocessor-command/> Просмотрено: 27.10.2020
4. Сайт «FPUexpansion». URL: <http://osinavi.ru/asm/FPUexpansion/1.html> Просмотрено: 30.10.2020
5. Сайт «Программирование на языке Ассемблера». URL: <http://natalia.appmat.ru/c&c++/assembler.html> Просмотрено: 30.10.2020

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

ПРИЛОЖЕНИЕ 1**Таблицы с описанием команд****Таблица 1. Описание команд**

| имя | аргументы | назначение |
|-------|-----------|--|
| fld | src | Загрузка значения в вершину стека |
| fmlp | - | Умножение верхних элементов стека с выталкиванием |
| fst | src | Запись значения вершины стека в переменную |
| fstp | src | Запись с выталкивание значения вершины стека в переменную |
| fdivp | - | Деление верхних элементов стека с выталкиванием |
| fcom | src | Вещественное сравнение St(0)-src, где St(0) – значение вершины стека |
| fstsw | ax | Сохранение слова-состояния в регистрах |
| jz | label | Переход по метки если ZF=1 |
| jmp | label | Команда безусловного перехода |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

| | | |
|-------|-----|---|
| faddp | - | Сложение верхних элементов стека с выталкиванием |
| fldl | - | Загрузка в вершину стека единицы |
| fchs | - | Инвертирует знак переменной в вершине стека |
| fsubp | src | Вычитание верхних элементов стека с выталкиванием |
| fabs | - | Взятие модуля от числа в вершине стека |

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2**Код программы**

```

format PE console
entry start
include 'win32a.inc'
section '.code' code readable executable

start:
;Ввод значений
    invoke printf, yValue ;y=1/(e^x)
    invoke printf, xValue ;x=
    invoke scanf, istr, x ;input x
    FINIT
;Ряд тейлора (цикл)
;teylor series
taylor:
;Загружаем на стек  $(-1)^n$ 
    fld qword[a] ;sign a= $(-1)^n$ 
;Загружаем на стек предыдущее значение факториала
    fld qword[lastnum] ;lastnum=(n-1)!
;Загружаем на стек n
    fld qword[n] ;n
;Вычислем новое значение факториала
    fmulp ;n*(n-1)!
;Записываем новое значение факториала в переменную
    fst qword[lastnum] ;lastnum=n!
;Находим частное  $(-1)^n/n!$ 
    fdivp ; $(-1)^n/n!$ 
;Загружаем на стек  $x^{(n-1)}$ 
    fld qword[lastx] ;lastx= $x^{(n-1)}$ 
;Загружаем на стек x
    fld qword[x] ;x

```

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

```

;Вычисляем значение  $x^n$ 
    fmulp    ; $x \cdot x^{(n-1)}$ 
;Запоминаем это значение в переменной
    fst qword[lastx]    ;lastx= $x^n$ 
;Находим  $n$ -й элемент ряда Тейлора
    fmulp    ; $x^n \cdot (-1)^n / n!$ 
;Загружаем уже имеющуюся сумму ряда Тейлора
    fld qword[sum] ;put sum
;Проверяем равна ли она предыдущему значению
    fcom qword[sumPrevious] ;real comparison
;Переписываем значение SR регистра в AX
    fstsw ax ;saves the current value of the SR register
;Копируем значения AH регистра в регистр флагов
    sahf ;copy the contents of the AH register into the lower
8 bits of the flags register
;Выгружаем сумму
    fstp qword[sum] ;unload sum
;Если мы достигли желаемой точности (машинного нуля), то есть
;текущее значение == предыдущему, то мы выходим
    jz .end    ;if ZF=1, so sum==sumPrevious
;Записываем предыдущую сумму
    fld qword[sumPrevious]
;Теперь она предпредыдущая
    fstp qword[sumPreviousPrevious]
;Загружаем сумму
    fld qword[sum] ; taylor sum from n-1
;Теперь она предыдущая сумма
    fst qword[sumPrevious] ;save previous sum
;Прибавляем к ней новый член ряда
    faddp    ;plus step from n
;Выгружаем новое значение суммы
    fstp qword[sum]    ;sum=sum+ $x^n \cdot (-1)^n / n!$ 
;Загружаем текущее значение  $(-1)^n$ 
    fld qword[a]    ;a= $(-1)^n$ 

```

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

```

;Загружаем единицу
    fldl    ;1
;Меняем ей знак на -1
    fchs    ; -1 (sign change)
;Перемножаем, получая  $(-1) * (-1)^n$ 
    fmulp    ;  $(-1) * (-1)^n$ 
;Записываем её в нашу переменную
    fstp qword[a] ;  $a = (-1)^{(n+1)}$ 
;Записываем n
    fld qword[n] ; n
;Записываем 1
    fldl    ;1
;Увеличиваем n на единицу
    faddp    ; n+1
;Записываем новое значение n
    fstp qword[n] ; n=n+1
;Заходим на новый цикл
    jmp taylor ; cycle
;Окончание работы программы
.end:
;Записываем сумму
    fld qword[sum] ; previous sum
;Записываем предыдущее значение
    fld qword[sumPreviousPrevious] ; difference
;Считаем разницу
    fsubp;
;Берём модуль от неё
    fabs ; module
;Записываем её в переменную ошибки
    fstp qword[error] ; error
;Выводим результат работы программы
    invoke printf, ostr, dword[sum], dword[sum+4]
    invoke printf, errorStr, dword[error], dword[error+4]

```

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

```

    invoke printf, previousStr, dword[sumPreviousPrevious],
dword[sumPreviousPrevious+4]

```

;Завершаем работу программы

```

    ret

```

```

section '.data' data readable writable

```

```

    a dq -1.0      ;sign

```

```

    x dq 0.0      ;value

```

```

    lastx dq 1.0   ; previous x power

```

```

    lastnum dq 1.0 ;previous factorial value

```

```

    n dq 1.0      ;iterator

```

```

    yValue db 'y=1/(e^x)',10,0

```

```

    xValue db 'x=',0

```

```

    istr db '%lf',0

```

```

    ostr db 'y=%.30lf',10,0 ;answer

```

```

    sum dq 1.0     ;teylor series sum

```

```

    sumPrevious dq 0.0 ;teylor series sum

```

```

    sumPreviousPrevious dq 0.0 ;teylor series sum

```

```

    error dq 0.0   ;error

```

```

    errorStr db 'error=%.30lf',10,0 ;error

```

```

    previousStr db 'previous-previous sum=%.30lf',10,0
;previous-previous sum

```

```

    exceptionr db 'exception',10,0 ;previous-previous sum

```

```

section '.idata' import data readable

```

```

    library kernel, 'kernel32.dll',\

```

```

        msvcrt, 'msvcrt.dll'

```

```

    import kernel,\

```

```

        ExitProcess, 'ExitProcess'

```

```

    import msvcrt,\

```

```

        printf, 'printf',\

```

```

        sprintf, 'sprintf',\

```

```

        scanf, 'scanf'

```

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Тестирование программы

```
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .\f1.exe
y=1/(e^x)
x=0
y=1.00000000000000000000000000000000
error=1.00000000000000000000000000000000
previous-previous sum=0.00000000000000000000000000000000
```

Тест 1

```
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .\f1.exe
y=1/(e^x)
x=-1
y=2.71828182845904550000000000000000
error=0.0000000000000002664535259100376
previous-previous sum=2.71828182845904290000000000000000
```

Тест 2

```
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .\f1.exe
y=1/(e^x)
x=1
y=0.36787944117144239000000000000000
error=0.000000000000000166533453693773
previous-previous sum=0.36787944117144220000000000000000
```

Тест 3

```
y=1/(e^x)
x=0.0001
y=0.99990000499983334000000000000000
error=0.0000000000000166644475996236000
previous-previous sum=0.99990000499999998000000000000000
```

Тест 4

```
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .\f1.exe
y=1/(e^x)
x=-0.912
y=2.48929615041074030000000000000000
error=0.000000000000000444089209850063
previous-previous sum=2.48929615041073980000000000000000
```

Тест 5

```
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .\f1.exe
y=1/(e^x)
x=-10
y=22026.465794806711000000000000000000
error=0.0000000000007275957614183425900
previous-previous sum=22026.465794806703000000000000000000
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .
```

Тест 6

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

RU.17701729.04.01-01 81 01-1

```

PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1> .\f1.exe
y=1/(e^x)
x=10
y=0.000045399929749748535000000000
error=0.000000000000000000006776263578
previous-previous sum=0.000045399929749748528000000000
PS D:\polina\ForClasses\2_course\ABC\Project 1>

```

Тест 7

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |

[illegible]

| | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| RU.17701729.04.01-01 81 01-1 | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |



This document was created with the Win2PDF "print to PDF" printer available at
<http://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<http://www.win2pdf.com/purchase/>