Лабораторна робота № 8 Алгоритми модульної структури

Мета роботи: навчитися розробляти алгоритми модульної структури і програмувати їх засобами мови С з використанням функцій.

Завдання. Оформити розроблений у лабораторній роботі № 7 алгоритм, використовуючи функції для введення даних, виведення результатів і функції для обчислення наближеного і точного значень заданої функції. Обмін інформацією здійснювати через параметри **без використання глобальних змінних**. У кожній функції після її заголовка **в коментарі** вказати для всіх змінних і параметрів, які в ній використовуються, **змінні локальні** чи **глобальні,** параметри передаються **за значенням** чи **за адресою**. Провести розрахунки не менш ніж з трьома різними наборами вхідних даних.

Коментарі в програмі обов'язкові (17-25%; не забувайте в коментарях писати **прізвище, групу, варіант, назву роботи**).

Звіт не оформляти — **захищати будете повністю коментовану програму**.

Варіанти завдань (номер варіанту відповідає номеру студента за списком)

Хоч ряди, для яких не вказано проміжок збіжності, збігаються на всій числовій прямій, при розрахунках брати проміжок $[-10,10]$.

1. $\dfrac{1}{\sqrt{1-4x}} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n)!\,x^n}{(n!)^2}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25)$ **2**. $\cos x - 1 = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}$ **3**. $chx - 1 = \dfrac{e^x + e^{-x}}{2} - 1 = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{x^{2n}}{(2n)!}$

4. $\dfrac{1}{(1-4x)\sqrt{1-4x}} - 1 - 6x = \sum\limits_{n=2}^{\infty} \dfrac{(2n+1)!\,x^n}{(n!)^2}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25)$ **5**. $1 + (x-1)e^x - \dfrac{x^2}{2} = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(n+1)x^{n+2}}{(n+2)!}$

6. $\dfrac{1}{2} - x - \dfrac{\sqrt{1-4x}}{2} = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(2n)!\,x^{n+1}}{(n!)^2 (n+1)}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25)$ **7**. $chx = \dfrac{e^x + e^{-x}}{2} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{2n}}{(2n)!}$ **8**. $e^x - 1 = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{n+1}}{(n+1)!}$

9. $x\cos 3x = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(-1)^n 3^{2n} x^{2n+1}}{(2n)!}$ **10**. $\ln 2 - \ln(1 + \sqrt{1-4x}) = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n+1)!\,x^{n+1}}{((n+1)!)^2}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25]$

11. $\dfrac{1 - \sqrt{1-4x}}{2} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n)!\,x^{n+1}}{n!(n+1)!}$ при $x \in (-0{,}25; 0{,}25)$ **12**. $\dfrac{e^x - e^{-x} + 2\sin x}{4} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{4n+1}}{(4n+1)!}$

13. $\dfrac{1}{2} - \dfrac{\sqrt{1-4x}}{2} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n)!\,x^{n+1}}{(n!)^2 (n+1)}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25)$ **14**. $\ln \dfrac{2}{1+\sqrt{1-4x}} = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(2n-1)!\,x^n}{(n!)^2}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25]$

15. $\dfrac{1}{(1-4x)\sqrt{1-4x}} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n+1)!\,x^n}{(n!)^2}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25)$ **16**. $1 + (x-1)e^x = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(n+1)x^{n+2}}{(n+2)!}$

17. $\dfrac{e^x - e^{-x} - 2\sin x}{4} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{4n+3}}{(4n+3)!}$ **18**. $\dfrac{1 - 2x - \sqrt{1-4x}}{4} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n+1)!\,x^{n+2}}{n!(n+2)!}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25]$

19. $\dfrac{(1-4x)\sqrt{1-4x} + 6x - 1}{12} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n)!\,x^{n+2}}{n!(n+2)!}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25]$ **20**. $x - \sin x = \sum\limits_{n=2}^{\infty} \dfrac{(-1)^n x^{2n-1}}{(2n-1)!}$

21. $\sin x - x = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)!}$ **22**. $\dfrac{e^x + e^{-x} + 2\cos x}{4} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{4n}}{(4n)!}$ **23**. $e^{x^2} - 1 = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{x^{2n}}{n!}$

24. $shx = \dfrac{e^x - e^{-x}}{2} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$ **25**. $\dfrac{(1-4x)\sqrt{1-4x} + 6x(1-x) - 1}{12} = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(2n+2)!\,x^{n+3}}{(n+1)!(n+3)!}$ при $x \in [-0{,}25; 0{,}25]$

26. $x\cos x = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n)!}$ **27**. $(x-1)e^x + 1 = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{x^{n+2}}{n!(n+2)}$ **28**. $shx - x = \dfrac{e^x - e^{-x}}{2} - x = \sum\limits_{n=1}^{\infty} \dfrac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}$

29. $a^x = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(\ln a)^n x^n}{n!}$ $(a > 0,\ a \neq 1)$ **30**. $\sin x = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)!}$ **31**. $\cos x = \sum\limits_{n=0}^{\infty} \dfrac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!}$

Приклад програми з використанням функцій.

Зверніть увагу: у прикладі змінна n — глобальна, а в завданні сказано: “Обмін інформацією здійснювати через параметри **без використання глобальних змінних**”

$$\frac{x}{3}+\frac{x^2}{6}+\frac{x^3}{9}+\frac{1}{3}(1-x^3)\ln(1-x)=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{x^{n+3}}{n(n+3)} \quad \text{при} \quad x\in[-1,1)$$

```
/* Ітераційне обчислення наближеного значення функції. Використання функцій */
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
int n;   /* ГЛОБАЛЬНА ЗМІННА - кількість ітерацій */
void vvid(double *x, double *eps, int *ki);
double fiter(double x,double eps, int ki);
double ftoch(double x);
void vyvid(int ki, double s, double f);

int main() {   /* Обчислення значення функції */
  double x,eps,s,f;
  int ki,ind;
  char vidp;   // відповідь користувача
  system("chcp 1251 & cls");
  do {
    printf("\nФункція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3\n");
    printf("ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)\n");
    vvid(&x, &eps, &ki);
    s=fiter(x, eps, ki);
    f=ftoch(x);
    vyvid(ki, s, f);
    printf("\nПродовжувати роботу (Y - так)? ");
    while ((vidp=getchar())==' '||vidp=='\n'||vidp=='\t');
    fseek(stdin,0,SEEK_END);
  } while (vidp=='Y'||vidp=='y'||vidp=='Т'||vidp=='т');
  printf("\n\n");
  system("pause");
  return 0;
}

void vvid(double *x, double *eps, int *ki) {
int ind;
  ind=1;
  while (ind) {
    printf("  введіть x ");
    scanf("%lf", x);
    fseek(stdin,0,SEEK_END);
    if (*x<-1 || *x>=1) printf("\tневірне значення x\n");
    else ind=0;
  }
  ind=1;
  while (ind) {
    printf("  введіть eps ");
    scanf("%lf", eps);
    fseek(stdin,0,SEEK_END);
    if (*eps<=0) printf("\teps має бути >0\n");
     else ind=0;
  }
  ind=1;
  while (ind) {
    printf("  введіть k ");
    scanf("%d", ki);
    fseek(stdin,0,SEEK_END);
    if (*ki<=0) printf("\tгранична кількість ітерацій має бути >0\n");
    else ind=0;
  }
}

double fiter(double x, double eps, int ki) {
  double xn, an, s;
  xn=x*x*x; n=0; s=0;
  do {
    n++; xn=xn*x;
    an=xn/(n*(n+3)); s=s+an;
  } while (fabs(an)>=eps && n<ki);
  return s;
}
```

```
double ftoch(double x) {
double f;
  if (x==0) f=0;
  else
    f=(x*(1+x/2+x*x/3)+(1-x*x*x)*log(1-x))/3;
  return f;
}

void vyvid(int ki, double s, double f) {
  if (n==ki)
    printf("досягнуто ліміту кількості ітерацій\n");
  printf("результат:\n");
  printf("  кількість ітерацій n= %d\n",n);
  printf("  наближене значення функції s= %0.9f\n",s);
  printf("  точне значення функції f= %0.9f\n",f);
  printf("  похибка |f-s|= %0.9f\n",fabs(f-s));
}
```

Приклади роботи програми:

```
Функція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3
ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)
  введіть x .5
  введіть eps 0.0000001
  введіть k 100
результат:
  кількість ітерацій n= 13
  наближене значення функції s= 0.020054237
  точне значення функції f= 0.020054295
  похибка |f-s|= 0.000000058

Продовжувати роботу (Y - так)? т

Функція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3
ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)
  введіть x 9
        невірне значення x
  введіть x .9
  введіть eps 1e-10
  введіть k 100
досягнуто ліміту кількості ітерацій
результат:
  кількість ітерацій n= 100
  наближене значення функції s= 0.307999799
  точне значення функції f= 0.307999813
  похибка |f-s|= 0.000000014

Продовжувати роботу (Y - так)? Так

Функція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3
ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)
  введіть x -.7
  введіть eps 0.000000001
  введіть k 100
результат:
  кількість ітерацій n= 35
  наближене значення функції s= 0.047766803
  точне значення функції f= 0.047766803
  похибка |f-s|= 0.000000000

Продовжувати роботу (Y - так)? ні


Press any key to continue . . .
```

```
Функція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3
ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)
  введіть x 5
        невірне значення x
  введіть x .5
  введіть eps 1e-10
  введіть k 1000
результат:
  кількість ітерацій n= 22
  наближене значення функції s= 0.020054295
  точне значення функції f= 0.020054295
  похибка |f-s|= 0.000000000

Продовжувати роботу (Y - так)? так

Функція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3
ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)
  введіть x 0.3 1e-8
  введіть eps 1e-8
  введіть k 100
результат:
  кількість ітерацій n= 9
  наближене значення функції s= 0.002318425
  точне значення функції f= 0.002318427
  похибка |f-s|= 0.000000002

Продовжувати роботу (Y - так)? Так

Функція f=x/3+x^2/6+x^3/9+(1-x*x*x)*ln(1-x)/3
ряд E(n=1..+00)(x^(n+3))/(n*(n+3))  при x[-1,1)
  введіть x 0.9
  введіть eps 1e-9
  введіть k 1000
результат:
  кількість ітерацій n= 106
  наближене значення функції s= 0.307999806
  точне значення функції f= 0.307999813
  похибка |f-s|= 0.000000007

Продовжувати роботу (Y - так)? ні
```

Також як зразки див. приклади 7.4.1-7.4.4 з "Алгоритми та структури даних. Основи алгоритмізації", 2022, стор. 238-247.