Міністерство науки і освіти України

Національний університет “Львівська політехніка”

Інститут прикладної математики та фундаментальних наук

Кафедра прикладної математики

Звіт

про виконання лабораторної роботи №4

з курсу “Чисельні методи, частина 2”   
на тему  
“Лінійні багатокрокові методи чисельного розв’язування задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь”  
Варіант 9

Виконав:  
студент групи ПМ-42  
Сватюк Д.Р.  
Перевірила:  
Візнович В.О.

Львів 2017

**Мета:** навчитися чисельно знаходити розв’язок задачі Коші для системи ЗДР методом Адамса, використовуючи програму STIFF, написану на мові FORTRAN.

**Постановка задачі**

На відрізку  потрібно чисельно розв’язати задачу Коші





з точністю  та початковим кроком інтегрування .

Матриця Якобі правих частин цієї системи ЗДР має вигляд



Написати та відлагодити програму STIFF для розв’язування заданої задачі Коші.

**Методи Адамса**

Введемо на інтервалі  рівномірну сітку  з кроком . Якщо рівняння (1) §2 проінтегрувати на відрізку , то одержимо

. (2)

Тоді чисельний аналог буде задаватися формулою

.

Після заміни змінної  в останньому інтегралі та підставляння виразу (2) будемо мати

 (3)

де коефіцієнти  обчислюються за формулами



Формули (3) одержані при інтегруванні інтерполяційного многочлена від  до , тобто зовні інтервалу інтерполяції  Добре відомо, що зовні цього інтервалу інтерполяційний многочлен дає досить погане наближення. Тому дослідимо також методи, що грунтуються на інтерполяційному многочлені, який додатково використовує точку , тобто

 (4)

Підставляючи цей многочлен у (1), одержимо наступний неявний метод:

 (5)

де коефіцієнти  визначаються за формулами



Формули (5) визначають  неявно (на кожному кроці для обчислення  необхідно розв’язати нелінійне рівняння), а тому вони називаються неявними методами Адамса.

Неявні формули Адамса мають загальний вигляд:

.

**Програмний код**

﻿ PROGRAM LAB4

IMPLICIT REAL\*8(A-H,O-Z)

DIMENSION Y(10,13),YMAX(10),ERROR(10),PW(100),

1 FSAVE(20),IWORK(10)

COMMON/STCOM1/T,H,HMIN,HMAX,EPS,N,MF,KFLAG,JSTART,MAXORD

COMMON/STCOM2/HUSED,NQUSED

COMMON/STCOM3/ML,MU

COMMON/STCOM4/NSTEP,NFUN,NJAC

NYDIM=10

EPS=1.D-2

KB=0

401 CONTINUE

N=4

T=0.0D0

TEND=20.D0

Y(1,1)=1.D0

Y(2,1)=1.D0

Y(3,1)=1.D0

Y(4,1)=1.D0

H=1.D-1

HMAX=TEND

HMIN=1.D-15

JSTART=0

MF=12

MAXORD=5

WRITE(0,20) MF,EPS

20 FORMAT(//3X,'MF=',I2/,' EPS='D11.3)

NSTEP=0

NFUN=0

NJAC=0

DO 30 I=1,N

30 YMAX(I)=1.D0

40 CONTINUE

CALL STIFF(Y,YMAX,ERROR,PW,FSAVE,IWORK,NYDIM)

IF(KFLAG.EQ.0)GO TO 60

WRITE(0,50) KFLAG

50 FORMAT(/' KFLAG=',I2/)

STOP

60 CONTINUE

IF(DABS(TEND-T).LE.1.D-15) GO TO 90

IF(TEND-T-H) 80,40,40

80 E=TEND-T

S=E/H

DO 85 I=1,N

DO 85 J=1,JSTART

85 Y(I,1)=Y(I,1)+Y(I,J+1)\*S\*\*J

T=T+E

GO TO 60

90 CONTINUE

WRITE(0,556) H,T,(Y(I,1),I=1,N)

556 FORMAT(1X,5D16.8)

WRITE(0,95) NSTEP,NFUN,NJAC

95 FORMAT(/' NSTEP=',I4,' NFUN= ',I5,' NJAC=',I4)

KB=KB+1

IF(KB.GE.3) GO TO 402

EPS=EPS\*1.D-2

GO TO 401

402 CONTINUE

STOP

END

SUBROUTINE DIFFUN (N,T,Y,YDOT)

IMPLICIT REAL\*8 (A-H,O-Z)

DIMENSION Y(1),YDOT(1)

YDOT(1)=-Y(1)+Y(2)\*Y(2)+Y(3)\*Y(3)+Y(4)\*Y(4)

YDOT(2)=-10.D0\*Y(2)+10.D0\*(Y(3)\*Y(3)+Y(4)\*Y(4))

YDOT(3)=-40.D0\*Y(3)+40.D0\*Y(4)\*Y(4)

YDOT(4)=-100.0D0\*Y(4)+2

RETURN

END

SUBROUTINE PEDERV(N,T,Y,PW,NYDIM)

IMPLICIT REAL\*8 (A-H,O-Z)

DIMENSION Y(1),PW(1)

PW(1)=-1.0D0

PW(2)=0.D0

PW(3)=0.D0

PW(4)=0.D0

PW(NYDIM+1)=-2.0D0\*Y(2)

PW(NYDIM+2)=-1.0D1

PW(NYDIM+3)=0.D0

PW(NYDIM+4)=0.D0

N2=NYDIM\*2

PW(N2+1)=2.0D0\*Y(3)

PW(N2+2)=2.0D1\*Y(3)

PW(N2+3)=-40.D0

PW(N2+4)=0.D0

N2=NYDIM\*3

PW(N2+1)=2.0D0\*Y(4)

PW(N2+2)=2.0D1\*Y(4)

PW(N2+3)=8.0D1\*Y(4)

PW(N2+4)=-1.0D2

RETURN

END

**Результати виконання**

1) Використовується модифікований ітераційний метод Ньютона, матриця Якобі обчислюється аналітично підпрограмою PEDERV.

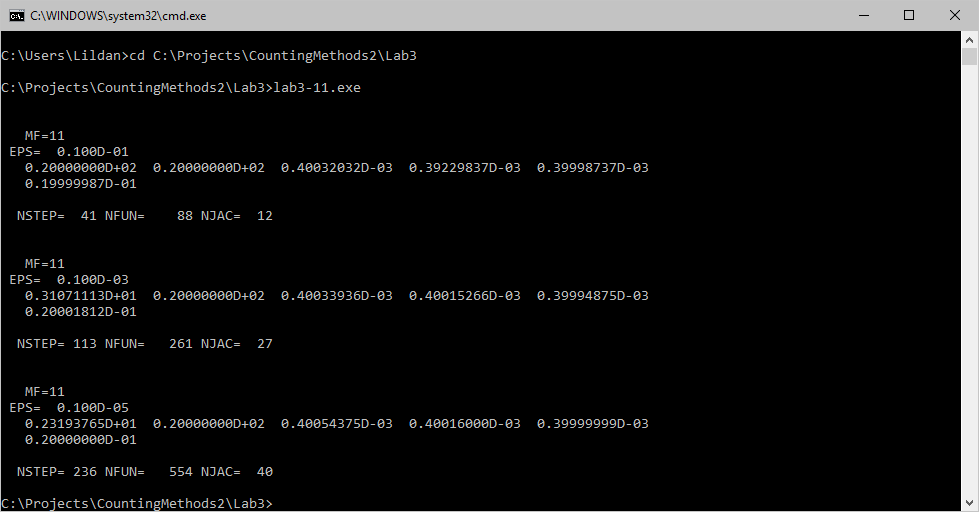


Рис: 1

2) Використовується модифікований ітераційний метод Ньютона, матриця Якобі обчислюється чисельним диференціюванням.

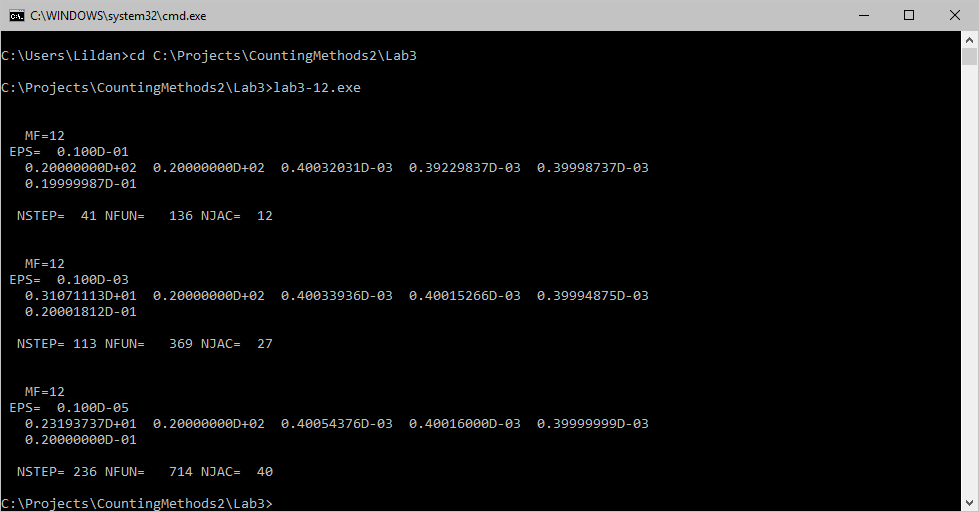


Рис: 2

**Висновок**

Під час виконання лабораторної роботи, я навчився розв’язувати задачу Коші для системи ЗДР методом Адамса використовуючи програму STIFF.