САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Направление подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия» 5130904/30022

Задание №1, вариант 14.

Выполнил студент: Лютов Александр Владимирович, группа 30022.

Преподаватель: Воскобойников Сергей Петрович.

Задание

В А Р И А Н Т N 14

Для $1 \le x \le 4$ с $h = 0.375$ вычислить значения $f(x) = \int_0^{20} \frac{dz}{e^z(z+x)}$,

используя для вычисления интеграла программу **QUANC8**. По полученным точкам построить сплайн-функцию и полином Лагранжа 8-й степени. Сравнить значения обеих аппроксимаций в точках $x_k = 1.1875 + 0.375k$ (k=0,1,..,7).

Результат работы программы

xk	f(xk)	spline(xk)	lagrange(xk)	f(xk)-spline(xk)	f(xk)-lagrange(xk)
1.1875	0.529808	0.530495	0.530405	-0.000687	-0.000597
1.5625	0.435033	0.434805	0.434916	0.000228	0.000117
1.9375	0.370219	0.370262	0.370263	-0.000043	-0.000044
2.3125	0.322808	0.322786	0.322779	0.000022	0.000028
2.6875	0.286487	0.286492	0.286515	-0.000005	-0.000028
3.0625	0.257707	0.257689	0.257663	0.000018	0.000044
3.4375	0.234303	0.234360	0.234417	-0.000056	-0.000113
3.8125	0.214876	0.214663	0.214311	0.000213	0.000565

Выводы

Разница между функцией и сплайном:

- Максимальная разница: **0.000213** (при x=3.8125$x=3.8125$)
- Минимальная разница: **-0.000687** (при x=1.1875$x=1.1875$)
- Средняя разница: близка к нулю, но есть небольшие отклонения.

Разница между функцией и полиномом Лагранжа:

- Максимальная разница: **0.000565** (при x=3.8125$x=3.8125$)
- Минимальная разница: **-0.000597** (при x=1.1875$x=1.1875$)
- Средняя разница: также близка к нулю, но отклонения больше, чем у сплайна.

Из представленных данных видно, что **сплайн** обеспечивает более точную аппроксимацию функции, чем полином Лагранжа. Разница между функцией и сплайном в большинстве точек меньше, чем разница между функцией и полиномом Лагранжа. Это особенно заметно в точках x=3.4375$x=3.4375$ и x=3.8125$x=3.8125$, где разница для полинома Лагранжа достигает **-0.000113** и **0.000565** соответственно, в то время как для сплайна она составляет **-0.000056** и **0.000213**.

Таким образом, **сплайн** в данном случае лучше аппроксимирует функцию, чем полином Лагранжа.

Код программы

main.f90

```
program main
  use integral_func_mod
  implicit none

  interface
    subroutine SPLINE(N, X, Y, B, C, D)
      integer, intent(in) :: N ! Число заданных точек или узлов
      real, intent(in)    :: X(N) ! Абсциссы узлов в строго возрастающем порядке
      real, intent(in)    :: Y(N) ! Ординаты узлов
      real, intent(out)   :: B(N), C(N), D(N) ! Массивы определенных выше коэффициентов сплайна
    end subroutine SPLINE

    function SEVAL(N, Xi, X, Y, B, C, D) result(seval_value)
      integer, intent(in) :: N
      real, intent(in)    :: Xi, X(N), Y(N), B(N), C(N), D(N)
      real                :: seval_value
    end function SEVAL

  end interface

  external quanc8

  real    :: a, b, relerr, abserr, res, errest, flag
  integer :: nofun
  real, allocatable :: x_values(:), f_values(:)
  real, allocatable :: b_coef(:), c_coef(:), d_coef(:)
  integer :: i, k, x_n
  real    :: xk, spline_val, lagrange_val

  ! Установка параметров интегрирования
  a = 0.0
  b = 20.0
  relerr = 1.E-06
  abserr = 0.0
  h = 0.375
  x = 1.0
  x_n = 1

  DO WHILE (x <= 4)
    x = x + h
    x_n = x_n + 1
  END DO
  x = 1.0

  ALLOCATE(x_values(x_n), f_values(x_n), b_coef(x_n), c_coef(x_n), d_coef(x_n))

  i = 1
  ! Вычисление значений функции f(x) для 1 <= x <= 4 с шагом h
  DO WHILE (x <= 4.0)
    CALL quanc8(integral_func, a, b, abserr, relerr, res, errest, nofun, flag)
    x_values(i) = x
    f_values(i) = res

    x = x + h
    i = i + 1
  END DO



  ! Вызов подпрограммы SPLINE для вычисления коэффициентов сплайна
  CALL SPLINE(x_n, x_values, f_values, b_coef, c_coef, d_coef)

  ! Сравнение значений в точках xk = 1.1875 + 0.375k (k=0,1,...,7)
  WRITE(*, '(A20, A20, A20, A20, A20, A20)') 'xk', 'f(xk)', 'spline(xk)', 'lagrange(xk)', 'f(xk)-spline(xk)', 'f(xk)-lagrange(xk)'
  DO k = 0, 7
    xk = 1.1875 + 0.375 * k
    ! Вычисление значений сплайна, полинома Лагранжа и функции в точке xk
    spline_val = SEVAL(x_n, xk, x_values, f_values, b_coef, c_coef, d_coef)
    lagrange_val = compute_lagrange(xk, x_values, f_values)
    x = xk
    CALL quanc8(integral_func, a, b, abserr, relerr, res, errest, nofun, flag)
```

```
    WRITE(*, '(F20.4, F20.6, F20.6, F20.6, F20.6, F20.6)') xk,res,spline_val,lagrange_val,res-spline_val,res-lagrange_val
  END DO

  DEALLOCATE(x_values, f_values, b_coef, c_coef, d_coef)

contains

  REAL FUNCTION compute_lagrange(x, x_values, f_values) RESULT(lagrange_val)
    REAL, INTENT(IN) :: x, x_values(:), f_values(:)
    INTEGER :: n, i, j
    REAL :: term, prod

    n = SIZE(x_values)
    lagrange_val = 0.0

    DO i = 1, n
      term = f_values(i)
      prod = 1.0
      DO j = 1, n
        IF (j /= i) THEN
          prod = prod * (x - x_values(j)) / (x_values(i) - x_values(j))
        END IF
      END DO
      lagrange_val = lagrange_val + term * prod
    END DO
  END FUNCTION compute_lagrange

 end program main
```

integral_func.f90

```
MODULE integral_func_mod
  IMPLICIT NONE

  real :: x, h

CONTAINS

  real FUNCTION integral_func(z) RESULT(func_value)
    real, intent(in) :: z
    func_value = 1.0 / (EXP(z) * (z + x))
  END FUNCTION integral_func


END MODULE integral_func_mod
```