Федеральное агентство по образованию
Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет "ЛЭТИ"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по дисциплине "Информатика"

Вариант №9

2018

Подп. и дата	Инв. дубл.	Взам. инв.	Подп. и дата	Инв. подл.

Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата

Разраб.				Лит.	Лист	Листов
Пров.					1	97
Н. контр.						
Утв.						

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение **4**

1.1 Цель курсовой работы 4

1.2 Тема курсовой работы: 4

1.3 Содержание курсовой работы курсовой работы: 4

2 Исследование функции **6**

2.1 Общая часть исследования функции 6

2.1.1 Анализ области определения функции 7

2.1.2 Вертикальные и горизонтальные асимптоты. 8

2.1.3 Анализ поиска вертикальной асимптоты 8

2.1.4 Анализ поиска вертикальной асимптоты 10

2.1.5 Чётность и нечётность функции 10

2.1.6 Анализ выявления чётности, нечётности функции 11

2.2 Частная часть исследования функции. 13

2.2.1 Построение графика y=h(x) 14

2.2.2 Производная первого и второго порядков с помощью интерполяционной формулы Ньютона. 17

2.2.3 Получение точек экстремума функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона 18

2.2.4 Производная первого и второго порядка методом приближения 21

2.2.5 Получение точек экстремума функции с помощью метода приближения 22

2.2.6 Получение точек перегиба функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона 36

2.2.7 Получение точек перегиба функции с помощью метода приближения 41

2.2.8 Определение выгнутости или вогнутости исследуемой функции 65

2.2.9 Решение уравнения f(x)=g(x) 66

3 Исследование кубического сплайна **68**

3.1 Исследования кубического сплайна расчётным способом 68
3.1.1 Теоретический расчёт поиска сплайна методом полинома Лагранжа 69
3.1.2 Построение сплайна сплайна Лагранжа и выявление точки. 69
3.1.3 Теоретический расчёт поиска коэффициентов кубического сплайна 71
3.1.4 Решение коэффициентов кубического сплайна и его построение. 74
3.2 Анализ и расчёт погрешности кубического сплайна 81
3.3 Исследование кубического сплайна операциями в математическом пакете "Scilab 84
3.3.1 Графики сплайна операциями в математическом пакете "Scilab 86
3.3.2 Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab 89

4 Решение задачи оптимизации 93
4.1 Логическое рассуждение. 93
4.2 Решения задачи на языке программирования Packal 94

5 Вывод 96

6 Список литературы 97

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Цель курсовой работы

Уметь применять персональный компьютер и математические пакеты прикладных программ в инженерной деятельности.

1.2 Тема курсовой работы:

Решение математических задач с использованием математического пакета "Scilab"или "Reduce-algebra".

1.3 Содержание курсовой работы курсовой работы:

а) Даны функции $f(x) = \sqrt{3}(x) + cos(x)$ и $g(x) = cos(2x + (\frac{\pi}{3}) - 1$

- Решить уравнение f(x)=g(x)
- Исследовать функцию h(x)=f(x)-g(x) на промежутке $[0; \frac{5\pi}{6}]$

б) Найти коэффициенты кубического сплайна, интерполирующего данные, представленные в векторах V_y и V_x.
Построить на графике функцию f(x), полученную после нахождения коэффициентов кубического сплайна.
Представить графическое изображение результатов интерполяции исходных данных различными методами с использованием встроенных функций.

в) Решить задачу оптимального распределения неоднородных ресурсов. На предприятии постоянно возникают задачи определения оптимального плана производства продукции при наличии конкретных ресурсов

(сырья, полуфабрикатов, оборудования, финансов, рабочей силы и др.) или проблемы оптимизации распределения неоднородных ресурсов на производстве.

Постановка задачи. Для изготовления n видов изделий N_1, N_2, ..., N_n необходимы ресурсы m видов: трудовые, материальные, финансовые и др. Известно требуемое количество отдельного i-го ресурса для изготовления каждого j-го изделия. Назовем эту величину нормой расхода c_ij. Пусть определено количество каждого вида ресурса, которым предприятие располагает в данный момент, - a_i. Известна прибыль $_i$, получаемая предприятием от изготовления каждого j-го изделия. Требуется определить, какие изделия и в каком количестве должны производиться предприятием, чтобы прибыль была максимальной.

2 ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИИ

Из задания следует, что функция h(x)=f(x)-g(x), поскольку нам известны функции f(x) и g(x) тогда мы с лёгкостью можем представить функцию h(x) в следующем виде:

$$h = \sqrt{3}sin(x) + cos(x) - cos(2x + \frac{\pi}{3}) + 1$$

Алгоритм исследования функции заключается:

а) Нахождение области определения функции.

б) Исследование поведения функции на границе области определения, нахождение вертикальных асимптот.

в) Исследование функции на четность или нечетность.

г) Нахождение промежутков возрастания и убывания функции, точек экстремума.

д) Нахождение промежутков выпуклости и вогнутости функции и точек перегиба.

е) Нахождение горизонтальных и наклонных асимптот.

ж) Вычисляем значения функции в промежуточных точках.

з) Построение графика.

По причине того, что в математическом пакете "Scilab"есть несколько способов нахождения числовой части производной, которая нам понадобиться в исследовании функции при поиске точек экстремума и точек перегиба функции, данный раздел стоит разделить на общую часть решения и частную часть решения при анализе функции.

2.1 Общая часть исследования функции

Данная часть заключается в анализе поиска:

а) Нахождение области определения функции.

б) Исследование поведения функции на границе области определения, нахождение вертикальных асимптот.

в) Нахождение горизонтальных и наклонных асимптот.

г) Исследование функции на четность или нечетность.

2.1.1 Анализ области определения функции

Поскольку математический пакет "Scilab"работает с присвоением числа, а не разом с рядом чисел, рассчитать область определения функции не является возможным. Данный расчёт придётся провести в ручную.Исходя из того, что область определения функции определяется из условий:

- Деление на выражение с переменной, или присутствие переменной в знаменателе дроби ($y = x + \frac{2x}{(x^4)-1}$).Это связано с тем, что на нуль делить нельзя.
- Переменная под знаком корня четной степени или в показателе корня, к примеру,$y = \sqrt{(}x + 1)$, $y = \sqrt[x]{2^{3x-3}}$. В основе лежит тот факт, что корень четной степени имеет смысл лишь тогда, когда число под ним неотрицательно. А что касается показателя корня, то им может быть лишь какое-нибудь натуральное число, отличное от единицы.
- Переменная в основании степени с отрицательным или не целым показателем. Вот примеры таких функций$y = 5(x + 1)^{-3}, y = -1 + x^{1\frac{1}{3}}, y = ((x^3) - x + 1)^{\sqrt{(}2)}$
- Наличие переменной под знаком логарифма или в основании логарифма, например, $y = \ln \frac{x^2+x}{4}, y = 1 + \log_{x-1}(x + 1)$. Здесь учитываем, что в основании логарифма должно быть положительное и отличное от нуля число, а под знаком логарифма положительное число.
- Наличие переменной под знаком тангенса или котангенса, $y = x^3 + tg(2x + 5), y = ctg(3x^3 - 1)$. Это и понятно, ведь тангенс и котангенс имеют смысл не для любого действительного числа.

– Наличие переменной под знаком арксинуса или арккосинуса, $y = arcsin(x+2) + 2x^2, y = arccos(|x-1| + x)$. Тут учитываем, что арксинус и арккосинус мы определяли для чисел из отрезка от 1 до 1, а не для любого числа

Поскольку формула функции h(x), не содержит ни одного признака из представленного списка, то область определения функции есть множество вещественных чисел (R). Следственно в данном случае $x \epsilon R$

2.1.2 Вертикальные и горизонтальные асимптоты.

Для исследования поведения функции h(x) на границе области определения следует определить имеет ли функция вертикальные и горизонтальные асимптоты. Бесконечны ли односторонние пределы в этих граничных точках при вертикальных асимптотах. Равен ли коэффициент горизонтальной асимптоты нулю k=0, а другой коэффициент не равен ли бесконечности $b \neq \infty$. В следствии чего определить является ли наклонная асимптота горизонтальной.

2.1.3 Анализ поиска вертикальной асимптоты

По условию задания граничными точками области определения являются$(0; \frac{5\pi}{6}$

На границах области определения функция имеет вертикальные асимптоты, если односторонние пределы функции в этих граничных точках бесконечны.

Поскольку математический пакет "Scilab"не имеет возможности посчитать пределы, данную операцию пройдётся сделать частично в ручную.

Рассчитаем вертикальную асимптоту при x=0, точка является началом промежутка исследования функции h(x):

$$\lim_{x \to 0-0} \sqrt{3}sin(x) + cos(x) - cos(2x + \frac{\pi}{3}) + 1 = \lim_{x \to 0-0} 1.5 \neq \pm\infty$$

Из этого следует что по краю исследуемого промежутка вертикальных асимптот не наблюдается. В момент расчётов в функцию h(x) было подставленною значение x в математический пакет "Scilab".

Листинг программы:

$-->x=0$
x =

0.

$-->\sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x)+((pi)/3))+1$
ans =

1.5

Рассчитаем вертикальную асимптоту при x=$\frac{5\pi}{6}$, точка является концом промежутка исследования функции h(x):

$$\lim_{x\to\frac{5\pi}{6}+0}\sqrt{3}sin(x)+cos(x)-cos(2x+\frac{\pi}{3})+1=\lim_{x\to\frac{5\pi}{6}+0}-2,22\neq\pm\infty$$

Из этого следует что по краю исследуемого промежутка вертикальных асимптот не наблюдается. В момент расчётов в функцию h(x) было подставленною значение x в математический пакет "Scilab".

Листинг программы:

$-->x=(5*(pi))/6$
x = //

2.61

$-->q=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x)+((pi)/3))+1$ q =

- 2.22

2.1.4 Анализ поиска вертикальной асимптоты

В отличии от вертикальных асимптот, где предел стремился к значениям крайних точек промежутка исследования функции, в горизонтальных, при расчётах в пределах, они всегда стремятся к бесконечности.

Функция имеет горизонтальные асимптоты, если:

- k=0 при $k = \lim\limits_{x\to\infty} \frac{h(x)}{x}$
- $b \neq \infty$ при $b = \lim\limits_{x\to\infty} (h(x) - kx)$

Поскольку математический пакет "Scilab"не имеет возможности посчитать пределы, данную операцию пройдётся сделать частично в ручную.

Для начала рассчитаем коэффициент k. Его вычисление производится сугубо аналитически. Из свойства суммы пределов разобьём функцию h(x) в виде $\lim\limits_{x\to\infty} ((\sqrt{(}3)) * (sin(x)) + (cos(x))) - ((cos(((2*x) + (\frac{\pi}{3}))) - 1) = \lim\limits_{x\to\infty} \sqrt{3} * sin(x) + \lim\limits_{x\to\infty} cos(x) - \lim\limits_{x\to\infty} cos(2*x + (\frac{\pi}{3})) - \lim\limits_{x\to\infty} 1$

После разбития заметим, что коэффициент k имеет неопределённые пределы:

- $\lim\limits_{x\to\infty} \sqrt{3} * sin(x)$
- $\lim\limits_{x\to\infty} cos(x)$
- $\lim\limits_{x\to\infty} cos(2*x + (\frac{\pi}{3}))$

Из этого следует что, коэффициент $k \neq 0$. Поскольку его значения является не определённым. Следственно искомых горизонтальных асимптот не существует.

2.1.5 Чётность и нечётность функции

Для определения является ли Функция четной, иметься функция h(x)=h(-x). Четность функции указывает на симметрию графика относительно оси ординат.

Функция является нечетной, если h(-x)=-h(x) . Нечетность функции указывает на симметрию графика относительно начала координат.

Если же ни одно из равенств не выполняется, то перед нами функция общего вида.

Для определения чётности или не чётности функции в математическом пакете "Scilab"следует взять x=±1, что бы удовлетворить положение о отрицательном и положительном x, воспользоваться оператором ветвления if. Который позволяет выполнить некоторый блок инструкций в случае истинности определённого условия. В качестве условия может использоваться переменная логического типа или любое ворожение результатом которого являться логическое значение.

Листинг примера использования оператора ветвления if:

```
-- >if ( q1 == 2 ) then
-- >disp ( "П")
-- >else
-- >disp ( "Н")

    Н
-- >end
```

2.1.6 Анализ выявления чётности, нечётности функции

Из этого следует что при решении следует:

$$\begin{cases} x = -1 \\ \text{h(-x)} = \sqrt{3}sin(x) + cos(x) - cos(2x + \frac{\pi}{3}) + 1 = -0.0349609 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 1 \\ \text{h(x)} = ((\sqrt{3}) * (sin(x)) + (cos(x))) - ((cos(2 * x) + (\pi/3)) - 1) = -0.0349609 \end{cases}$$

$$h(-x) = h(-x) \Longleftrightarrow -0.0349609 = -0.0349609 \Longrightarrow \text{Функция чётная.}$$

Из этого следует что функция является симметричной. В момент расчётов в функцию h(x) было подставленною значение x в математический пакет "Scilab"и использован следующий листинг: −− >x1=-1

x1 =

- 1.

−− >q1=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1

q1 =

column 1 to 6

- 0.0349609 - 0.0448128 - 0.0849485 - 0.1727211 - 0.3132469 - 0.4599841

column 7 to 12

- 0.4817829 - 0.1877381 0.5573472 1.6851065 2.8831929 3.7428516

column 13 to 16

3.9959654 3.6480703 2.9206719 2.0889372

−>x2=1

x2 =

1.

−>q2=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1

q2 =

column 1 to 6

- 0.0349609 - 0.0448128 - 0.0849485 - 0.1727211 - 0.3132469 - 0.4599841

column 7 to 12

- 0.4817829 - 0.1877381 0.5573472 1.6851065 2.8831929 3.7428516

column 13 to 16

3.9959654 3.6480703 2.9206719 2.0889372

–>if (q1 == q2) then
–>disp ("Чётная")

Чётная
–>elseif (q1 == (q2)*(-1)) then
–>disp ("Не чётная! ")
–>else
–>disp ("В общем виде")
–>end

2.2 Частная часть исследования функции.

Данная часть заключается в анализе поиска:

а) Исследование промежутков возрастания и убывания функции, точек экстремума.

б) Исследование промежутков выпуклости и вогнутости функции и точек перегиба.

Данный раздел является индивидуальным по причине нескольких способов взятия производной от функции. Эти способы делятся на:

– Производная первого и второго порядков с помощью интерполяционной формулы Ньютона.

– Производная первого и второго порядка методом приближения.

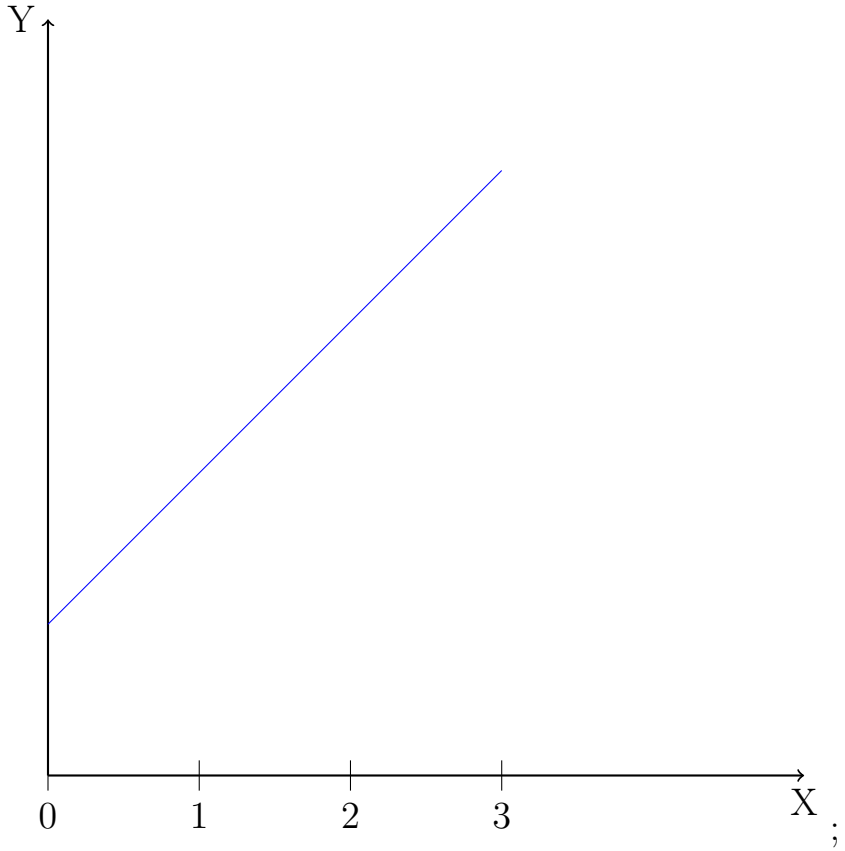
Поскольку для упрощения поиска производных первого и второго порядков, значение которых максимально приближено к нулю, проще ориентироваться уже по готовому графику функции h(x), построение следует провести на данном этапе.

2.2.1 Построение графика y=h(x)

Для построения графика h(x) необходимо определить в каком пространстве находится данный график. Поскольку в исследуемой функции координата y выражается через координату x, данный график строиться в двухмерном пространстве. Для построения графика в двухмерном пространстве используются следующие команды в математическом пакете "Scilab".Команда plot которая предназначена для построения графика одной функции y = f (x). Обращение к ней имеет вид plot(x,y,[xcap,ycap,caption]) где x — массив абсцисс, y — массив ординат, xcap, ycap, caption — подписи осей X, Y и графика соответственно. Для создания функции y = f (x) используется команда function f=y(x), f=x+a, endfunction;. Данная команда так же используется при получении производной первого и второго порядка методом приближения.

Пример листинга построения простейшего графика в математическом пакете "Scilab":

```
-- >function f = myquadratic ( x )

    -- >f = x+1

    -- >endfunction

    -- >xdata = linspace ( 0,3,200 );

    -- >ydata = myquadratic ( xdata );

    -- >plot ( xdata , ydata )
```



;

Рисунок №1 – Пример построения простейшего графика в математическом пакете "Scilab"

С учётом представленных данных листинг построения графика исследуемой функции h(x):

```
-- >function h = myquadratic ( x )
-- >h = sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1
-- >endfunction

-- >xdata = linspace ( 0,(5*(pi)/6),200 );

-- >ydata = myquadratic ( xdata );

-- >plot ( xdata , ydata )
```

Данный рисунок представлен в виде примера. Поскольку в программе написания курсовой работы, SIN, COS в программе написания LATEX, восприниматься как направление. То данный рисунок представлен в виде сплайна четырёх точек взятого с готового графика написанного в математическом пакете "Scilab"с описанием листинга воспроизведения выше. Принцип построения сплайна описан ниже. Сплайн всят с пяти точек. Все полученные расчёты были округлены до сотой доли.

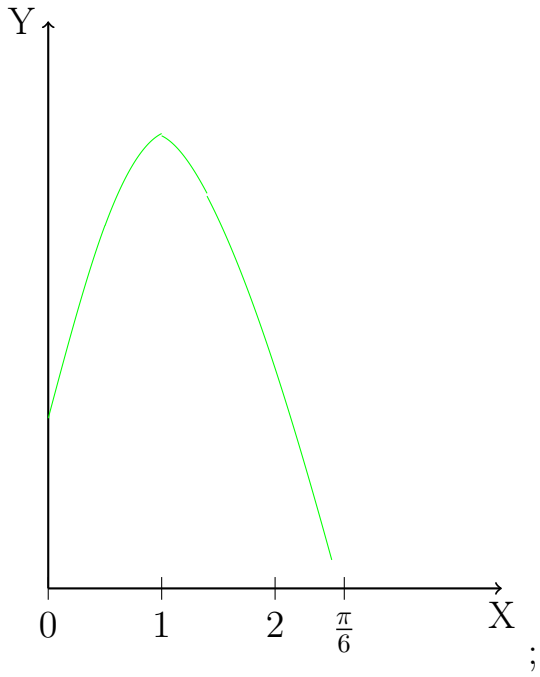


Рисунок №2 – График функции h(x)=y

2.2.2 Производная первого и второго порядков с помощью интерполяционной формулы Ньютона.

Данный способ заключается в том, что функцию y(x), заданную в равно стоящих точках x_i отрезка [a,b] с помощью значений $y_1 = f(x_i)$, приближенно заменяют интерполяционным полиномом Ньютона, построенном для системы узлов $x_0, x_1, ..., x_k (k \leqslant n)$ и вычисляют производные $y' = f'(x), y'' = f''(x)$.

Всё это суждение приводит к тому что производную можно вычислить через некое количество приближённых дифференциалов при условии наличия вектора x и координатного шага в его матрице h. В этом случае производная равна:

$$y'(x_0) = \frac{1}{h}(\triangle\ y_0 - \frac{\triangle^2 y_0}{2} + \frac{\triangle^3 y_0}{3} + ... + \frac{\triangle^n y_0}{n})$$

Исходя из этой формулы уменьшая диапазон исследуемой функции, подбирая значения x_0 и углубляя шаг h, можно обнаружить точку при которой значение исследуемой функции h(x)=0.

В математическом пакете "Scilab"численное дифференцирование реализовано командой dy=diff(y[,n]), где y — значения функции y(x) в виде вектора вещественных чисел, n — порядок дифференцирования. Результат работы функции вектор вещественных чисел dy, представляющий собой разности порядка n интерполяционного полинома Ньютона.

Листинг примера использования данного способа получения производной в математическом пакете "Scilab":

```
-- >h=0.1;
-- >x=0:h:4;
-- >y=cos(x)

-- >dy=diff(y);
-- >dy2=diff(y,2);
-- >dy3=diff(y,3);
-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =
```

0.0002479

2.2.3 Получение точек экстремума функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона

Для выявления точки экстремума производная исследуемой функции должна быть равна нулю $h(x) = 0$. При расчётах на исследуемый области $x = (0; \frac{5\pi}{6}$, ориентируясь по рисунку №2 видим что количество таких точек равно единице, поскольку поскольку функция в данном случае изгибается один раз.

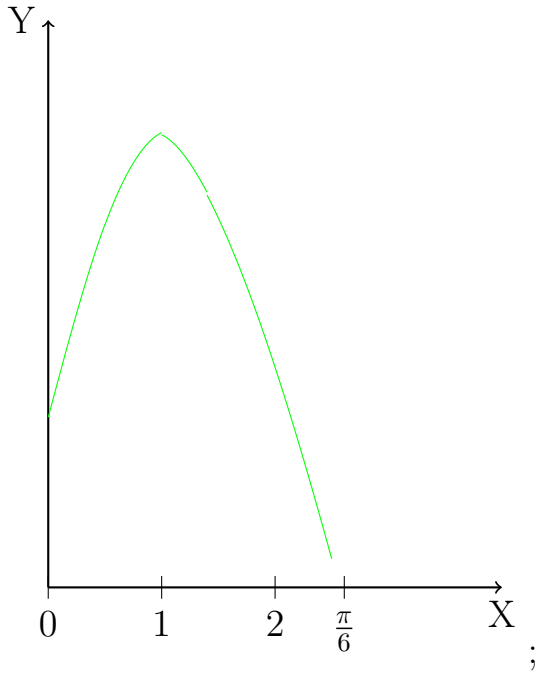


Рисунок №2 – График функции h(x)=y

Возьмём за первичную точку приближения, x=1. В следствии чего получим $h'(x) = 0.2873079$. Поскольку приближение к нулю в десятых долях является достаточно большим, возьмём за точку приближения x=1,04. В следствии получим $h'(x) = 0.0475615$. Приближение к нулю в погрешности сотых долей является малым, но не достаточно. возьмём за точку приближения x=1,048. В следствии получим $h'(x) = -0.0004526$. Для максимального приближения к нулю используем x=1.047921. В следствии получим $h'(x) = 0.0000215$. Данное приближение вполне можно считать допустимым.

Листин проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

```
-- >h=0.1;

-- >x=1:h:(5*(pi)/6);

-- >y=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- > //Приближенное значение y'(x)

-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

0.2873079

-- >h=0.1;

-- >x=1.04:h:(5*(pi)/6);

-- >y=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- > //Приближенное значение y'(x)
```

```
-1->Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

0.0475615

-- >h=0.1;

-- >x=1.048:h:(5*(pi)/6);

-- >y=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- > //Приближенное значение y'(x)

-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

- 0.0004526

-- >h=0.1;

-- >x=1.047921:h:(5*(pi)/6);

-- >y=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);
```

−− >dy3=diff(y,3);

−− > //Приближенное значение y'(x)

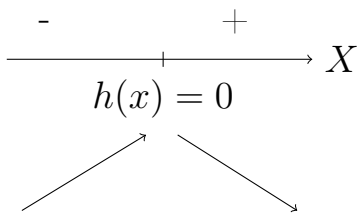
−− >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h

Y =

0.0000215

Поскольку точка экстремума являться h(x)=0, то в случае когда $h'(x) > 0$ функция возрастает, а в случае $h'(x) < 0$ функция убывает. Из расчётов было выявлено, что при x=1,048 функция $h'(x) < 0$, следственно функция убывает после точки экстремума, на исследуемом промежутке. При x=1 функция $h'(x) > 0$ больше нуля, следственно она возрастет.

Представим данные в графическом виде:



2.2.4 Производная первого и второго порядка методом приближения

Данный способ позволяет вести приближение на некотором перечне значения x, и наблюдать изменение показания производной в общем спектре заданных значений. В математическом пакете "Scilab"команда g=numdiff(fun,x), где здесь fun — имя функции, задающей выражение для дифференцирования. Так же для использования данного способа следует воспользоваться командой function, которая описана выше.

Листинг использования данной команды в математическом пакете "Scilab":

−− >function f=y(x);

−− >f=x^2;
−− >endfunction;

−− >h=1;

−− >v=0:h:3;

−− >numdiff(y,v)
ans =

1.490D-08 0. 0. 0.

0. 2. 0. 0.

0. 0. 4. 0.

0. 0. 0.

Как видно из листинга, при изменении шага и диапазона исследования, возможно в полном комплексе оценить значения производной в тех или иных точках.

2.2.5 Получение точек экстремума функции с помощью метода приближения

Для выявления точки экстремума производная исследуемой функции должна быть равна нулю $h(x) = 0$. При расчётах на исследуемый области $x = (0; \frac{5\pi}{6}$, ориентируясь по рисунку №2 видим что количество таких точек равно единице, поскольку поскольку функция в данном случае изгибается один раз. Для начала расчётов изучим множество значений производной на промежутке x=(1;1,1) с шагом h=0,01

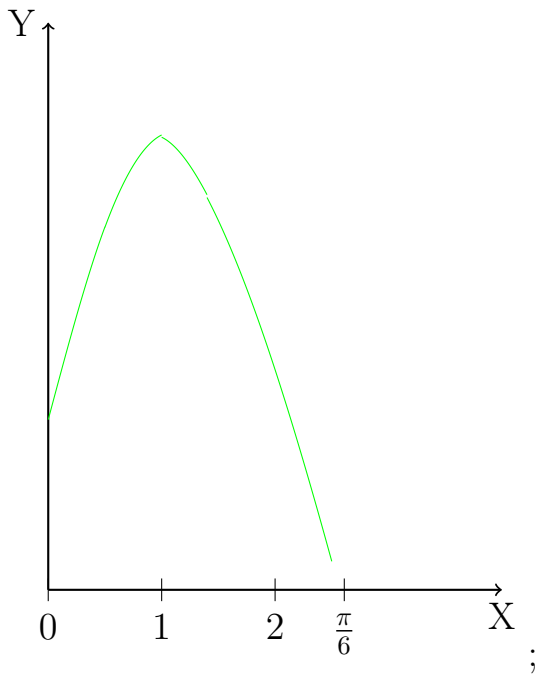


Рисунок №2 – График функции h(x)=y

Из этого получим множества чисел:
column 1 to 6

0.2828699 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.2230309 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0.1631249 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0.1031700 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.0431841 0.

0. 0. 0. 0. 0. - 0.0168147

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

- 0.0768085 0. 0. 0. 0.

0. - 0.1367792 0. 0. 0.

0. 0. - 0.1967089 0. 0.

0. 0. 0. - 0.2565796 0.

0. 0. 0. 0. - 0.3163733

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между пятой и шестой позициях. Пятая позиция принадлежит точке x=1,04, шестая позиция принадлежит точке x=1,05. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,001

Из этого получим множества чисел:

column 1 to 6

0.0431841 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.0371845 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0.0311848 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0.0251850 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.0191852 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.0131852

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0.0071853 0. 0. 0. 0.

0. 0.0011852 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0048147 0. 0.

0. 0. 0. - 0.0108147 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0168147

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между восьмой и девятой позициях. Восьмая позиция принадлежит точке x=1,047, девятая позиция принадлежит точке x=1,048. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,0001

Из этого получим множества чисел:

column 1 to 6

0.0011852 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.0005853 0. 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0000147 0. 0. 0.

0. 0. 0. - 0.0006147 0. 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0012147 0.

0. 0. 0. 0. 0. - 0.0018148

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

- 0.0024147 0. 0. 0. 0.

0. - 0.0030147 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0036147 0. 0.

0. 0. 0. - 0.0042147 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0048147

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между второй и третьей позициях. Вторая позиция принадлежит точке x=1,0471, третья позиция принадлежит точке x=1,0472. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,00001

Из этого получим множества чисел:

column 1 to 6

0.0005853 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.0005253 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0.0004653 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0.0004052 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.0003453 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.0002852

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0.0002253 0. 0. 0. 0.

0. 0.0001653 0. 0. 0.

0. 0. 0.0001053 0. 0.

0. 0. 0. 0.0000453 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0000147

На данном этапе приближений остановим вычисления. В итоге получена точка x=1,0472 где значения производной исследуемой функции максимально приближено к $h'(x) = 0$

Листинг полных расчётов в математическом пакете "Scilab":

```
-1->function f=myr(x);
-1->f=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;
-1->endfunction;
-1->h=0.01;

-1->v=01:h:1.1;

-1->numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

0.2828699 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.2230309 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0.1631249 0. 0. 0.
```

0. 0. 0. 0.1031700 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.0431841 0.

0. 0. 0. 0. 0. - 0.0168147

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

- 0.0768085 0. 0. 0. 0.

0. - 0.1367792 0. 0. 0.

```
0. 0. - 0.1967089 0. 0.

0. 0. 0. - 0.2565796 0.

0. 0. 0. 0. - 0.3163733

-1->function f=myr(x);

-1->f=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;

-1->endfunction;
-1->h=0.001;

-1->v=1.04:h:1.05;

-1->numdiff(myr,v)
ans =
column 1 to 6

0.0431841 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.0371845 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0.0311848 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0.0251850 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.0191852 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.0131852

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.
```

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0.0071853 0. 0. 0. 0.

0. 0.0011852 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0048147 0. 0.

0. 0. 0. - 0.0108147 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0168147

-1->function f=myr(x);

-1->f=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;

```
-1->endfunction;

-1->h=0.0001;

-1->v=1.047:h:1.048;

-1->numdiff(myr,v)
ans =
column 1 to 6

0.0011852 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.0005853 0. 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0000147 0. 0. 0.

0. 0. 0. - 0.0006147 0. 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0012147 0.

0. 0. 0. 0. 0. - 0.0018148

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.
column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
```

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

- 0.0024147 0. 0. 0. 0.

0. - 0.0030147 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0036147 0. 0.

0. 0. 0. - 0.0042147 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0048147

-1->function f=myr(x);
-1->f=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1;
-1->endfunction;

-1->h=0.00001;

-1->v=1.0471:h:1.0472;

-1->numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

0.0005853 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0.0005253 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0.0004653 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0.0004052 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.0003453 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.0002852

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0.0002253 0. 0. 0. 0.

0. 0.0001653 0. 0. 0.

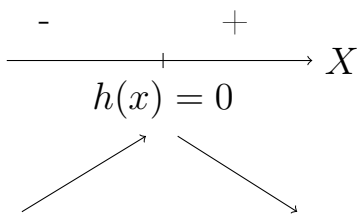
0. 0. 0.0001053 0. 0.

0. 0. 0. 0.0000453 0.

0. 0. 0. 0. - 0.0000147

Поскольку точка экстремума являться h(x)=0, то в случае когда $h'(x) > 0$ функция возрастает, а в случае $h'(x) < 0$ функция убывает. Из расчётов было выявлено, что при x=1,048 функция $h'(x) < 0$, следственно функция убывает после точки экстремума, на исследуемом промежутке. При x=1 функция $h'(x) > 0$ больше нуля, следственно она возрастет.

Представим данные в графическом виде:



2.2.6 Получение точек перегиба функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона

Получение точек перегиба в данном случае отличаться лишь тем, что при проведении данной операции в команду вставляться значение функции решённой производной первого порядка аналитическим способом. В предоставленных расчётах производная первого порядка взята в ручную $h'(x) = -sin(x) + 2 * sin(2x + \frac{\pi}{3}) + \sqrt(3) * cos(x)$.

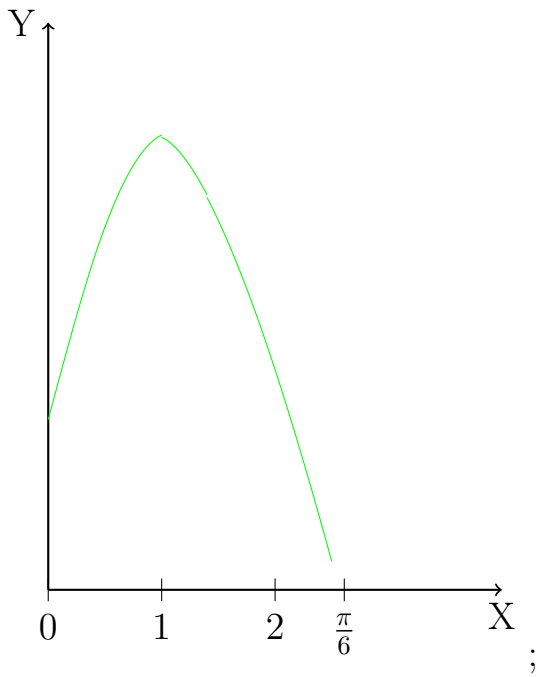


Рисунок №2 – График функции h(x)=y

Из графика №2 следует что на исследуемом промежутке $x = (0; \frac{5\pi}{6}$ имеются две точи перегиба. Первая точка перегиба в районе значений $x = (0; 0,5)$, вторая в районе значений $x = (1,5; 2)$

Рассчитаем первую точку перегиба в районе $x = (0; 0,5)$. Возьмём за первичную точку приближения, x=0,1. В следствии чего получим $h''(x) = 0.1123053$. Поскольку приближение к нулю в десятых долях является достаточно большим, возьмём за точку приближения x=0.11. В следствии чего получим $h''(x) = 0.0200395$. Поскольку приближение к нулю в сотых долях является достаточно большим, возьмём за точку приближения x=0.111. В следствии чего получим $h''(x) = 0.0107924$. Утвердим эту точку как искомую точку перегиба.

Рассчитаем первую точку перегиба в районе $x = (1,5; 2)$. Возьмём за первичную точку приближения, x=1,9. В следствии чего получим $h''(x) = -0.7859716$. Поскольку приближение к нулю в десятых долях является достаточно большим, возьмём за точку приближения x=1.98. В следствии чего получим $h''(x) = -0.0362294$. Поскольку приближение к нулю в сотых долях является достаточно большим, возьмём за точку приближения x=1.987. В следствии чего получим $h''(x) = 0.0285700$. Утвердим эту точку как искомую точку перегиба.

Листин проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab": −− >h=0.1;

−− >x=0.1:h:(5*(pi)/6);

```
-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- >//Приближенное значение y'(x)

-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

0.1123053

-- >h=0.1;

-- >x=0.11:h:(5*(pi)/6);

-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- >//Приближенное значение y'(x)

-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

0.0200395
```

```
-- >h=0.1;

-- >x=0.111:h:(5*(pi)/6);

-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- >//Приближенное значение y'(x)

-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

0.0107924

-- >h=0.1;

-- >x=1.9:h:(5*(pi)/6);

-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- >//Приближенное значение y'(x)
```

```
-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

- 0.7859716

-- >h=0.1;

-- >x=1.98:h:(5*(pi)/6);

-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);

-- >dy3=diff(y,3);

-- >//Приближенное значение y'(x)

-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
Y =

- 0.0362294

-- >h=0.1;

-- >x=1.987:h:(5*(pi)/6);

-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);

-- >dy=diff(y);

-- >dy2=diff(y,2);
```

−− >dy3=diff(y,3);

−− >//Приближенное значение y'(x)

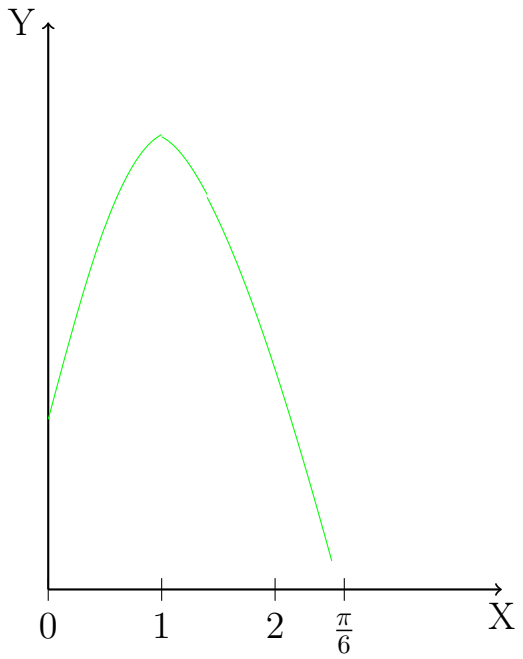
−− >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h

Y =

0.0285700

2.2.7 Получение точек перегиба функции с помощью метода приближения

Получение точек перегиба в данном случае отличаться лишь тем, что при проведении данной операции в команду вставляться значение функции решённой производной первого порядка аналитическим способом. В предоставленных расчётах производная первого порядка взята в ручную $h'(x) = -sin(x) + 2 * sin(2x + \frac{\pi}{3}) + \sqrt{(}3) * cos(x)$.



;

Рисунок №2 – График функции h(x)=y

Из графика №2 следует что на исследуемом промежутке $x = (0; \frac{5\pi}{6}$ имеются две точи перегиба. Первая точка перегиба в районе значений $x = (0; 0,5)$, вторая в районе значений $x = (1,5; 2)$

Рассмотрим приближение в районе первой точки перегиба. Возьмём промежуток чисел $x = (0; 0,5)$ с шагом h=0,1.

Из этого получим множество чисел:

0.9999999 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.1040016 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.8310347 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 1.7725003 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 2.6871344 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 3.5423084

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между первой и третьей позициях. Первая позиция принадлежит точке x=0, третья позиция принадлежит точке x=0,2. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,01.

Из этого получим множества чисел:

column 1 to 6

0.9999999 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.9130523 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.8254343 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.7371758 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.6483071 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.5588585
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 12

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0.4688607 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.3783448 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.287342 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.1958837 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.1040016 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0117276
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 13 to 18

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
- 0.0809064 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.1738681 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.2671250 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.3606446 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.4543942 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.5483411
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 19 to 21

0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.

0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
- 0.6424522 0. 0.
0. - 0.7366944 0.
0. 0. - 0.8310347

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между двенадцатой и тринадцатой позициях. Двенадцатая позиция принадлежит точке x=0,11, тринадцатая позиция принадлежит точке x=0,12. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,001.

Из этого получим множества чисел:
column 1 to 6

0.0117276 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0024798 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0067715 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0160263 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0252847 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.0345465
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
- 0.0438117 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0530803 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0623524 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0716277 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0809064

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между второй и третей позициях. Вторая позиция принадлежит точке x=0,111, тринадцатая позиция принадлежит точке x=0,112. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,0001.

Из этого получим множества чисел:
column 1 to 6

0.0024798 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0015549 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.0006299 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0002952 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0012203 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.0021454
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
- 0.0030705 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0039957 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0049209 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0058462 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0067715

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между третьей и четвёртой позициях. Третья позиция принадлежит точке x=0,1112, четвёртая позиция принадлежит точке x=0,1113. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,00001.

Из этого получим множества чисел:
column 1 to 6

0.0006299 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0005374 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.0004448 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0003523 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0002598 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0001674
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0000749 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0000177 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0001102 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0002027 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0002952

Примем x=0,11127 за точку при которой исследуемая функция приближена нулю $h'' = 0$.

Рассмотрим приближение в районе второй точки перегиба. Возьмём промежуток чисел $x = (1,5; 2)$ с шагом h=0,1.

Из этого получим множества чисел:

- 4.2672882 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 3.4964883 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 2.6371453 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 1.7201325 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.7781477 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.1555511

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между пятой и шестой позициях. Пятая позиция принадлежит точке x=1,9, шестая позиция принадлежит точке x=2. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,01.

Из этого получим множества чисел:
column 1 to 6

- 0.7781477 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.6838583 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.5896855 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.4956624 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.4018220 0.

0. 0. 0. 0. 0. - 0.3081973
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
- 0.2148208 0. 0. 0. 0.
0. - 0.1217255 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0289435 0. 0.
0. 0. 0. 0.0634928 0.
0. 0. 0. 0. 0.1555511

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между девятой и десятой позициях. Девятая позиция принадлежит точке x=1,98, десятая позиция принадлежит точке x=1,99. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,001.

Из этого получим множества чисел:

column 1 to 6

- 0.0289435 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0196837 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0104275 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0011748 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0080743 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.0173199
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0265618 0. 0. 0. 0.
0. 0.0358001 0. 0. 0.
0. 0. 0.0450347 0. 0.
0. 0. 0. 0.0542656 0.
0. 0. 0. 0. 0.0634928

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между четвёртой и пятой позициях. Четвёртая позиция принадлежит точке x=1,983, пятая позиция принадлежит точке x=1,984. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,0001.

Из этого получим множества чисел:

column 1 to 6

- 0.0011748 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0002497 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.0006753 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0016003 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0025252 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0034502

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0043751 0. 0. 0. 0.
0. 0.0053000 0. 0. 0.
0. 0. 0.0062248 0. 0.
0. 0. 0. 0.0071496 0.
0. 0. 0. 0. 0.0080743

Из представленного ряда не сложно заметить что наименьшие значения производной между второй и третьей позициях. Вторая позиция принадлежит точке x=1,9831, Третья позиция принадлежит точке x=1,9832. Этот промежуток чисел задаем с шагом в h=0,00001.

Из этого получим множества чисел:
- 0.0002497 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0001573 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0000647 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0000278 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0001203 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0002128
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0003053 0. 0. 0. 0.
0. 0.0003978 0. 0. 0.
0. 0. 0.0004902 0. 0.
0. 0. 0. 0.0005828 0.
0. 0. 0. 0. 0.0006753

Примем x=1.98313 за точку при которой исследуемая функция приближена нулю $h''() = 0$.

Листин проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.1;

−− >v=0:h:0.5;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

0.9999999 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.1040016 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.8310347 0. 0. 0.

0. 0. 0. - 1.7725003 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 2.6871344 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 3.5423084

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.01;

−− >v=0:h:0.2;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

0.9999999 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.9130523 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.8254343 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.7371758 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.6483071 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.5588585
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 12

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0.4688607 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.3783448 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.287342 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.1958837 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.1040016 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0117276
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 13 to 18

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
- 0.0809064 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.1738681 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.2671250 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.3606446 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.4543942 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.5483411
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 19 to 21

0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.

0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
0. 0. 0.
- 0.6424522 0. 0.
0. - 0.7366944 0.
0. 0. - 0.8310347

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.001;

−− >v=0.11:h:0.12;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

0.0117276 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0024798 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0067715 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0160263 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0252847 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.0345465
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
- 0.0438117 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0530803 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0623524 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0716277 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0809064

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.0001;

−− >v=0.111:h:0.112;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

0.0024798 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0015549 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.0006299 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0002952 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0012203 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.0021454
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
- 0.0030705 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0039957 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0049209 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0058462 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0067715

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.00001;

−− >v=0.1112:h:0.1113;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

0.0006299 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0.0005374 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.0004448 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0003523 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0002598 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0001674

0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0000749 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0000177 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0001102 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0002027 0.
0. 0. 0. 0. - 0.0002952

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.1;

−− >v=1.5:h:2;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

- 4.2672882 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 3.4964883 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 2.6371453 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 1.7201325 0. 0.

0. 0. 0. 0. - 0.7781477 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.1555511

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.01;

−− >v=1.9:h:2;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

- 0.7781477 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.6838583 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.5896855 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.4956624 0. 0.
0. 0. 0. 0. - 0.4018220 0.
0. 0. 0. 0. 0. - 0.3081973
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.
- 0.2148208 0. 0. 0. 0.
0. - 0.1217255 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0289435 0. 0.
0. 0. 0. 0.0634928 0.
0. 0. 0. 0. 0.1555511

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.001;

−− >v=1.98:h:1.99;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

- 0.0289435 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0196837 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0104275 0. 0. 0.
0. 0. 0. - 0.0011748 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0080743 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0173199
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0265618 0. 0. 0. 0.
0. 0.0358001 0. 0. 0.
0. 0. 0.0450347 0. 0.
0. 0. 0. 0.0542656 0.
0. 0. 0. 0. 0.0634928

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.0001;

−− >v=1.983:h:1.984;

−− >numdiff(myr,v)
ans =

column 1 to 6

- 0.0011748 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0002497 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0.0006753 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0016003 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0025252 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0034502
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. 0. 0. 0.

0.0043751 0. 0. 0. 0.

0. 0.0053000 0. 0. 0.

0. 0. 0.0062248 0. 0.

0. 0. 0. 0.0071496 0.

0. 0. 0. 0. 0.0080743

−− >function f=myr(x), f=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x), endfunction;

−− >h=0.00001;

−− >v=1.9831:h:1.9832;

−− >numdiff(myr,v)

ans =

column 1 to 6

- 0.0002497 0. 0. 0. 0. 0.
0. - 0.0001573 0. 0. 0. 0.
0. 0. - 0.0000647 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0000278 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0001203 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.0002128
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 7 to 11

0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.
0.0003053 0. 0. 0. 0.
0. 0.0003978 0. 0. 0.
0. 0. 0.0004902 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0.0006753

2.2.8 Определение выгнутости или вогнутости исследуемой функции

При выявлении выпуклости или вогнутости функции следует учесть что если переменная x ,при которой $h''(x) = 0$, придает исследуемой функции положительное значение при условии h(x)>0, функция является выпуклой. Если это не так, то функция является вогнутой. При выявлении выпуклости или вогнутости функции, в данном случае, следует учесть что переменная задаётся немного меньшей чем вторая найденная производная второго порядка. После расчётов было получено что h(x)>0 при x=1.8, Следовательно функция выпуклая. Следует заметить что функция выпуклая лишь на промежутке $x = (0; \frac{5\pi}{6}$.

Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

```
-->x=1.8
x =

1.8

-->y=sqrt(3)*sin(x)+cos(x)-cos((2*x) + ((pi)/3)) + 1
y =

2.5246967
```

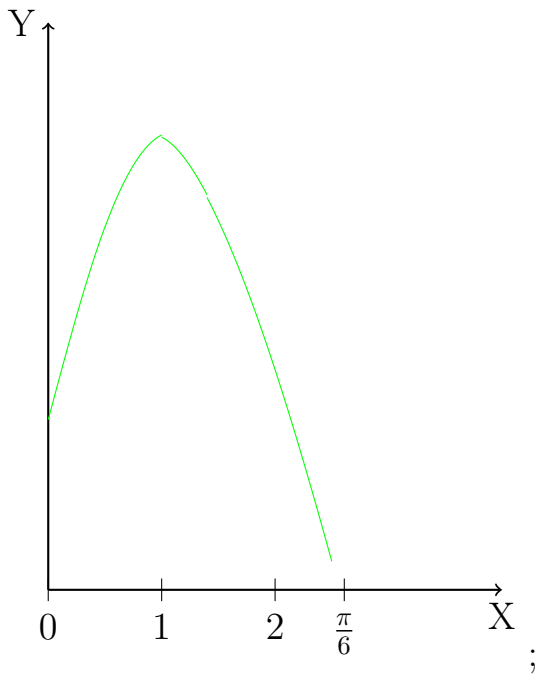


Рисунок №2 – График функции h(x)=y

- Область определения функции $h(x) \in R$.
- Вертикальные и горизонтальные асимптоты отсутствуют.
- Функция является чётной.
- Точка экстремума функции x=1,0472
- Точки перегиба функции x=0.11127;1.98313
- Функция выпуклая промежутке $x = (0; \frac{5\pi}{6})$.

2.2.9 Решение уравнения f(x)=g(x)

Для решения данной задачи следует заметить:

$$\begin{cases} f(x) = g(x) \\ 0 = f(x) - g(x) \\ 0 = \sqrt{3}sin(x) + cos(x) - cos(2x + \frac{\pi}{3}) + 1 \end{cases}$$

Из этого следует, что нам необходимо приравнять ворожение к нулю. Для этого воспользуемся командой deff, которая позволяет задать зависимость выражений и командой fsolve, позволяющей выбить значение ворожения под определённым значением переменной x. Команда deff задаёт значение переменных и выполнение их условий, например deff('[y]=f(x)'(задача условной зависимости переменных, записывая [y] задаём машине, что переменная изменяемая),'y1=x+2, y2=x+4, y=y1-y2' (задача выполнения переменной и условия существования её частей)). Команда fsolve имеет несколько технологий записи, но имеет одну смысловую нагрузку, её задача при известном y выдать неизвестный x). Простейшая запись fsolve(y,f), где y являться известим числом, а f являться значением x в заданной ранее функции [y]=f(x). Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

```
-- >deff('[y]=h(x)','y1 =sqrt(3)*sin(x)+cos(x), y2 = cos((2*x) + ((pi)/3)) - 1, y=y1-y2')

-- >fsolve(0,h)
ans =

- 0.5235988
```

Из расчётов видно, что значение, при котором f(x)=g(x), x = - 0.5235988. Задача решена.

3 ИССЛЕДОВАНИЕ КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА

При исследовании кубического сплайна стоит учесть что, условием дано два интерполирующих вектора V_x=[0;0.5;1.4;2.25;3.5] и V_y=[5;4.7;5.7;5.333;4.667]. Поскольку условие задачи не обусловлена функция f(x), то и погрешности интерполяции относительно ничего не известно, кроме ее значения в узлах. Следственно никаких полезных суждений относительно остаточного члена погрешности при интерполяции сделать нельзя, без расчёта примерной функции данного сплайна путём расчёта погрешности от интерполяции при полиноме Лагранжа.

Для решения подобной задачи довольно часто используют сплайн интерполяцию (от английского слова spline рейка, линейка). Один из наиболее распространенных вариантов интерполяции — интерполяция кубическими сплайнами. Кроме того, существуют квадратичные и линейные сплайны.

3.1 Исследования кубического сплайна расчётным способом

В данном разделе применим классическим способ создания сплайна методом построения сплайна полиномом Лагранжа и методом построения кубического сплайна. Из теоретических знаний представленных к заданию курсовой работы мы получаем, что производная пятого порядка должна быть равна нулю, значит мы можем представить сплайн полиномом четвёртой степени на каждом отрезке $[x_i, x_{i+1}]$.

3.1.1 Теоретический расчёт поиска сплайна методом полинома Лагранжа

Пусть даны основные системы функций, достаточно гладких и непрерывно дифференцируемых. Рассмотрим обобщенный многочлен (полином) в виде Q(x) $= C_o\varphi_0(x) + C_1\varphi_1(x) + \ldots + C_m\varphi_m(x)$ где $C_0, C_1, ..., C_m$ постоянные коэффициенты. В этом вычислить значение функции в точке x, не совпадающей ни с одним из узлов таблицы. При условии точка лежит между узлами то для интерполирования логично предположить функциональную зависимость всех табличных значений в полиномиальной функции. При условии наличия данной зависимости, составленный полином есть ничто иное как полином Лагранжа.

$$L - n(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i \prod_{j \neq i} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}$$

Из условий поставленной задачи можно определить количество точек. Их количество равно пяти. Следственно нам необходимо представить полином Лагранжа четвёртой степени.

$$L_n(x) = y_1 \frac{(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)(x-x_5)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)(x_1-x_4)(x_1-x_5)} + y_2 \frac{(x-x_1)(x-x_3)(x-x_4)(x-x_5)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)(x_2-x_4)(x_2-x_5)} +$$
$$+ y_3 \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_4)(x-x_5)}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)(x_1-x_4)(x_1-x_5)} + y_4 \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)(x-x_5)}{(x_4-x_1)(x_4-x_2)(x_4-x_3)(x_4-x_5)} + y_5 \frac{(x-x_1)(x-x_2)(x-x_3)(x-x_4)}{(x_5-x_1)(x_5-x_2)(x_5-x_3)(x_5-x_4)}$$

3.1.2 Построение сплайна сплайна Лагранжа и выявление точки.

Для примера, к полученной нами формуле сплайна путём полинома Лагранжа подставим некоторый x.

Из расчётов получим:

При x=0.5 получаем следующие значения y=4.7

При x=1 получаем следующие значения y=5.2847567

При x=2 получаем следующие значения y=5.6276306

Следует заметить, что построение сплайна через полином Лагранжа являться довольно не точным. Более точный сплайн расмотрен ниже.

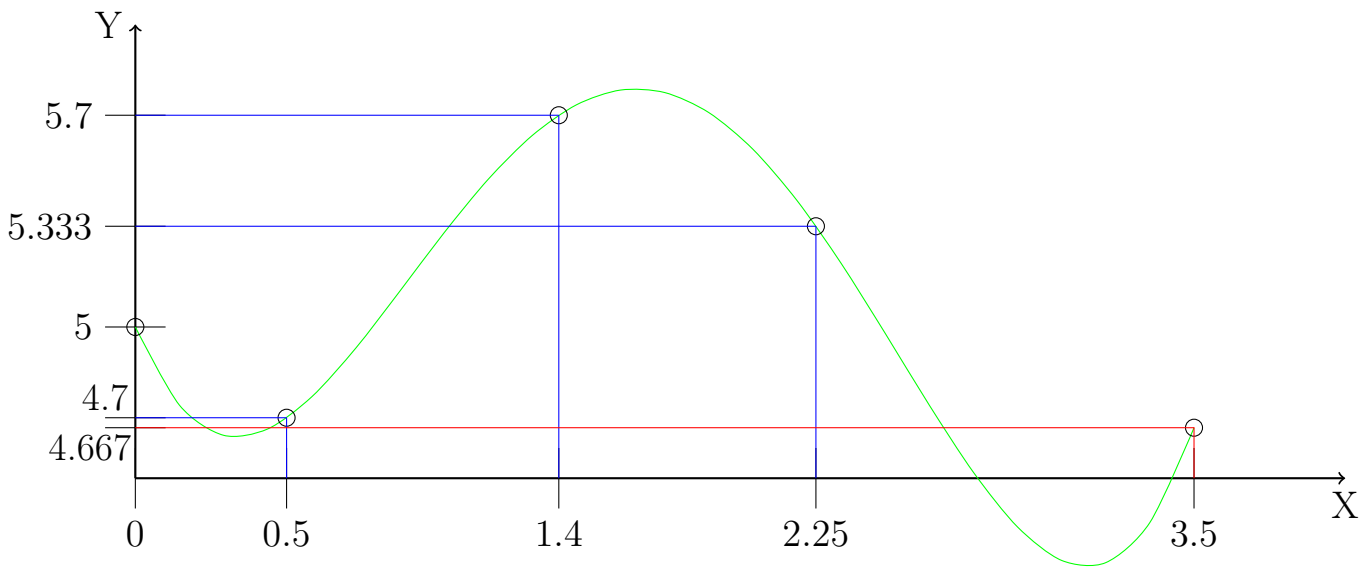


Рисунок №3 – Сплайн по полиному Лагранжа

Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab": −− >x=[0, 0.5, 1.4, 2.25, 3.5];

−− >y=[5, 4.7, 5.7, 5.333, 4.667];

−− >d=2

d =

2.

−− >Ln=(((y(1))*((d)-(x(2)))*((d)-(x(3)))*(((d))-(x(4)))*((d)-(x(5))))/
(((x(1))-(x(2)))*((x(1))-(x(3)))*((x(1))-(x(4)))*((x(1))-(x(5)))))+
(((y(2))*((d)-(x(1)))*((d)-(x(3)))*(((d))-(x(4)))*((d)-(x(5))))/
(((x(2))-(x(1)))*((x(2))-(x(3)))*((x(2))-(x(4)))*((x(2))-(x(5)))))+
(((y(3))*((d)-(x(1)))*((d)-(x(2)))*(((d))-(x(4)))*((d)-(x(5))))/
(((x(3))-(x(1)))*((x(3))-(x(2)))*((x(3))-(x(4)))*((x(3))-(x(5)))))+
(((y(4))*((d)-(x(1)))*((d)-(x(2)))*(((d))-(x(3)))*((d)-(x(5))))/
(((x(4))-(x(1)))*((x(4))-(x(2)))*((x(4))-(x(3)))*((x(4))-(x(5)))))+
(((y(5))*((d)-(x(1)))*((d)-(x(2)))*(((d))-(x(3)))*((d)-(x(4))))/
(((x(5))-(x(1)))*((x(5))-(x(2)))*((x(5))-(x(3)))*((x(5))-(x(4)))))

Ln =

5.6276306

−− >function h5 = myquadratic5 (d1)

−− >h5 = ((5*(d1-0.5)*(d1-1.4)*(d1-2.25)*(d1-3.5))/- 5.5125)+

```
((4.7*(d1-0)*(d1-1.4)*(d1-2.25)*(d1-3.5))/(-2.3625)+
((5.7*(d1-0)*(d1-0.5)*(d1-2.25)*(d1-3.5))/2.2491)+
((5.333*(d1-0)*(d1-0.5)*(d1-1.4)*(d1-3.5))/-
4.1835938)+
((4.667*(d1-0)*(d1-0.5)*(d1-1.4)*(d1-2.25))/27.5625)
-- >endfunction

-- >xdata5 = linspace ( 0,3.5,10);
-- >ydata5 = myquadratic5 ( xdata5 );
ydata5 = myquadratic5 ( xdata5 );
-- >plot ( xdata5 , ydata5 )
```

3.1.3 Теоретический расчёт поиска коэффициентов кубического сплайна

В данном разделе применим классическим способ создания сплайна методом построения сплайна полиномом Лангранжа и методом построения кубического сплайна. Из теоретических знаний представленных к заданию курсовой работы мы получаем, что производная пятого порядка должна быть равна нулю, значит мы можем представить сплайн полиномом четвёртой степени на каждом отрезке $[x_i, x_{i+1}]$.

а) Для того чтобы потенциальная энергия изогнуой металлической линейки(сплайна) принимала минимальное значение, производная четвертого порядка должна быть равна нулю, представить сплайн полиномом третьей степени на каждом от-резке$[x_i; x_{I+1}$

$$F_i(x) = A_{i0} + A_{i1}x + A_{i2}x^2 + A_{i3}x^3$$

б) Производные второго порядка в точках $x; x_i$ должны быть равны нулю.

$$F_i''(x) = 0$$
$$F_i''(x_i) = 0$$

Следственно при поиске коэффициентов мы получаем систему линейных алгебраических уравнений типа:

$$\begin{cases} \mathrm{y}_1(x_1) = A_{10} + A_{11}x_1 + A_{12}x_1^2 + A_{13}x_1^3 \\ \mathrm{y}_2(x) = A_{10} + A_{11}x_2 + A_{12}x_2^2 + A_{13}x_2^3 \\ 2\mathrm{A}_{12} + 6A_{13}x_1 = 0 \\ 2\mathrm{A}_{12} + 6A_{13}x_2 = 0 \end{cases}$$

В следствии чего получаем матричное уравнение:

$$\begin{pmatrix} 1 & \mathrm{x}_1 & x_1^2 & x_1^3 \\ 1 & \mathrm{x}_2 & x_2^2 & x_2^3 \\ 0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_1 \\ 0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \mathrm{A}_{10} \\ \mathrm{A}_{11} \\ \mathrm{A}_{12} \\ \mathrm{A}_{13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathrm{y}_1 \\ \mathrm{y}_2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

После решения данного уравнения получаем коэффициенты, чьи значения через две точки приводят график к линейной зависимости. Для построения сплайна в данном случае необходимо задать больше точек.
Для это вводиться дополнительное условие что вторая и первая производные промежуточных точек равны между собой:

$$F_i'(x_i) = F_{i+1}'(x_i)$$
$$F_i''(x_i) = F_{i+1}''(x_i)$$

Из расчёта на условие поставленной задачи, а это наличие пяти точек, составим новую систему линейных алгебраических уравнений:

$$
\begin{cases}
\text{y}_1 = A_{10} + A_{11}x_1 + A_{12}x_1^2 + A_{13}x_1^3 \\
\text{y}_2 = A_{10} + A_{11}x_2 + A_{12}x_2^2 + A_{13}x_2^3 \\
\text{A}_{11} + 2A_{12}x_2 + 3A_{13}x_2^2 = A_{21} + 2A_{22}x_2 + 3A_{23}x_2^2 \\
2\text{A}_{12} + 6A_{13}x_2 = 2A_{12} + 6A_{13}x_2 \\
\text{y}_2 = A_{20} + A_{21}x_2 + A_{22}x_2^2 + A_{23}x_2^3 \\
\text{y}_3 = A_{20} + A_{21}x_3 + A_{22}x_3^2 + A_{23}x_3^3 \\
\text{A}_{21} + 2A_{22}x_3 + 3A_{23}x_3^2 = A_{31} + 2A_{32}x_3 + 3A_{33}x_3^2 \\
2\text{A}_{22} + 6A_{23}x_3 = 2A_{32} + 6A_{33}x_3 \\
\text{y}_3 = A_{30} + A_{31}x_3 + A_{32}x_3^2 + A_{33}x_3^3 \\
\text{y}_4(x) = A_{30} + A_{31}x_4 + A_{32}x_4^2 + A_{33}x_4^3 \\
\text{A}_{31} + 2A_{32}x_4 + 3A_{33}x_4^2 = A_{41} + 2A_{42}x_4 + 3A_{43}x_4^2 \\
2\text{A}_{32} + 6A_{33}x_4 = 2A_{42} + 6A_{43}x_4 \\
\text{y}_4 = A_{40} + A_{41}x_4 + A_{42}x_4^2 + A_{43}x_4^3 \\
\text{y}_5(x) = A_{40} + A_{41}x_5 + A_{42}x_5^2 + A_{43}x_5^3 \\
2\text{A}_{12} + 6A_{13}x_1 = 0 \\
2\text{A}_{52} + 6A_{53}x_2 = 0
\end{cases}
$$

В следствии чего получаем следующие матричное уравнение:

$$
\begin{pmatrix}
1 & \mathrm{x}_1 & x_1^2 & x_1^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & \mathrm{x}_2 & x_2^2 & x_2^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 1 & 2\mathrm{x}_2 & 3x_2^2 & 0 & -1 & -2x_2 & -3x_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_2 & 0 & 0 & -2 & -6x_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \mathrm{x}_2 & x_2^2 & x_2^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \mathrm{x}_3 & x_3^2 & x_3^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2\mathrm{x}_3 & 3x_3^2 & 0 & -1 & -2x_3 & -3x_3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_3 & 0 & 0 & -2 & -6x_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \mathrm{x}_3 & x_3^2 & x_3^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \mathrm{x}_4 & x_4^2 & x_4^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2\mathrm{x}_4 & 3x_4^2 & 0 & -1 & -2x_4 & -3x_4^2 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_4 & 0 & 0 & -2 & -6x_4 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \mathrm{x}_4 & x_4^2 & x_4^3 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \mathrm{x}_5 & x_5^2 & x_5^3 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 6\mathrm{x}_5
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
\mathrm{A}_{10} \\ \mathrm{A}_{11} \\ \mathrm{A}_{12} \\ \mathrm{A}_{13} \\ \mathrm{A}_{20} \\ \mathrm{A}_{21} \\ \mathrm{A}_{22} \\ \mathrm{A}_{23} \\ \mathrm{A}_{30} \\ \mathrm{A}_{31} \\ \mathrm{A}_{32} \\ \mathrm{A}_{33} \\ \mathrm{A}_{40} \\ \mathrm{A}_{41} \\ \mathrm{A}_{42} \\ \mathrm{A}_{43}
\end{pmatrix}
=
\begin{pmatrix}
\mathrm{y}_1 \\ \mathrm{y}_2 \\ 0 \\ 0 \\ \mathrm{y}_2 \\ \mathrm{y}_3 \\ 0 \\ 0 \\ \mathrm{y}_3 \\ \mathrm{y}_4 \\ 0 \\ 0 \\ \mathrm{y}_4 \\ \mathrm{y}_5 \\ 0 \\ 0
\end{pmatrix}
$$

Следует учесть что расчёт проводиться между двумя точками. В следствии чего общий график функции на основе наличия нескольких точек будет равен:

$$
F(x) = \begin{cases}
\mathrm{F1(x)x} \in [x_1; x_2] \\
. \\
. \\
. \\
\mathrm{Fn(x)x} \in [x_{n-1}; x_n]
\end{cases}
$$

3.1.4 Решение коэффициентов кубического сплайна и его построение.

Для начала расчитаем значение коэффициентов на каждом из участков, решим матричное уравнение представленное выше. Для данных расчётов в мате-

матическом пакете "Scilab"воспользуемся командой linsolve, имеющая такой синтаксис X=linsolve(A, b) где A - это матрица коэффициентов при неизвестных, b - вектор столбец свободных коэффициентов.
Из расчётов следует что:
$A10 = 5.$
$A11 = -0.9147909$
$A12 = -1.971D - 15$
$A13 = 1.2591635$
$A20 = 5.2528185$
$A21 = -2.4317017$
$A22 = 3.0338217$
$A23 = -0.7633843$
$A30 = 5.7568619$
$A31 = 0.2110793$
$A32 = -0.1834770$
$A33 = 0.0026392$
$A40 = 3.9734416$
$A41 = 2.5889731$
$A42 = -1.2403186$
$A43 = 0.1592083$

Далее ставим коэффициенты на каждую функцию из системы выведенных выше и получаем график функции.

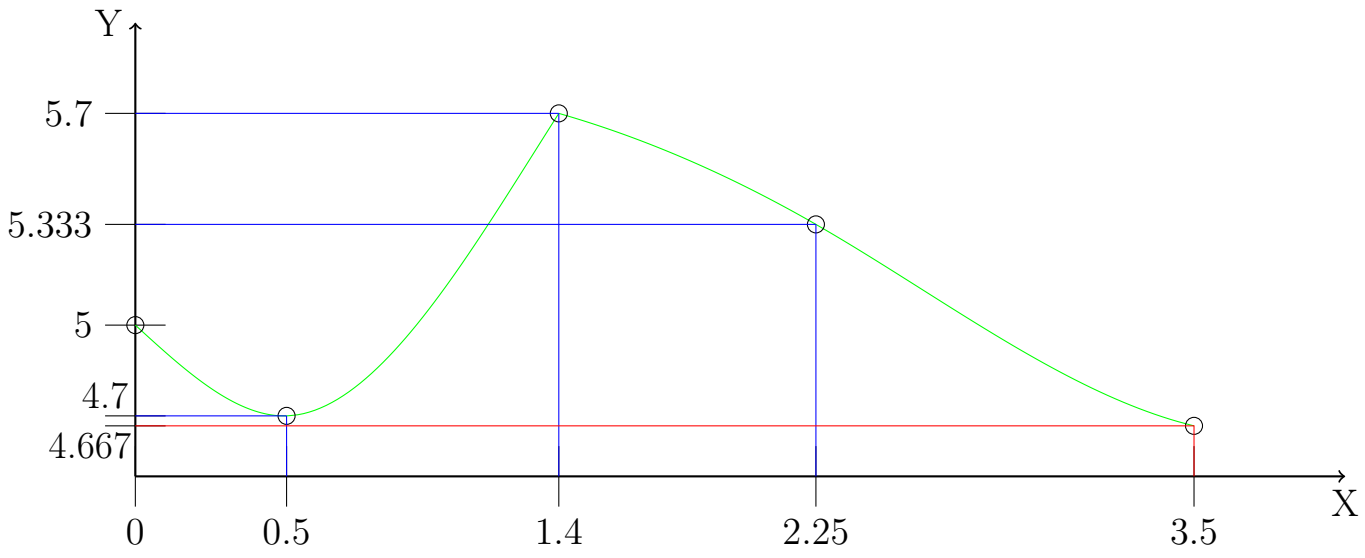


Рисунок №4 – Кубический полином

Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

-1->x=[0, 0.5, 1.4, 2.25, 3.5];

-1->y=[5, 4.7, 5.7, 5.333, 4.667];

-1->f=[1, (x(1)), ((x(1))^2), $((x(1))^3), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->1, (x(2)), ((x(2))^2), ((x(2))^3), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 1, (2*(x(2))), (3*((x(2))^2)), 0, -1, (-2*(x(2))), (-3*((x(2))^2)), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,$

$-1->0, 0, 2, (6*(x(2))), 0, 0, -2, (-6*(x(2))), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 1, (x(2)), ((x(2))^2), ((x(2))^3), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 1, (x(3)), ((x(3))^2), ((x(3))^3), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 1, (2*(x(2))), (3*((x(2))^2)), 0, -1, (-2*(x(2))), (-3*((x(2))^2)), 0, 0, 0,$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 2, (6*(x(3))), 0, 0, -2, (-6*(x(3))), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, (x(3)), ((x(3))^2), ((x(3))^3), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, (x(4)), ((x(4))^2), ((x(4))^3), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, (2*(x(4))), (3*((x(4))^2)), 0, -1, (-2*(x(4))), (-3*$
$((x(4))^2)), 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2, (6*(x(4))), 0, 0, -2, (-6*(x(4))), 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, (x(4)), ((x(4))^2), ((x(4))^3), 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, (x(5)), ((x(5))^2), ((x(5))^3), 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 2, (6*(x(1))), 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;$

$-1->0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2, (6*(x(5)))]$

$f =$

column 1 to 11

1. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
1. 0.5 0.25 0.125 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 1. 1. 0.75 0. - 1. - 1. - 0.75 0. 0. 0.
0. 0. 2. 3. 0. 0. - 2. - 3. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 1. 0.5 0.25 0.125 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 1. 1.4 1.96 2.744 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 1. 1. 0.75 0. - 1. - 1.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 8.4 0. 0. - 2.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 1.4 1.96
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 2.25 5.0625
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 1. 4.5
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 2.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 2. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.

column 12 to 20
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
- 0.75 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
- 8.4 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
2.744 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
11.390625 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.
15.1875 0. - 1. - 4.5 - 15.1875 0. 0. 0. 0.
13.5 0. 0. - 2. - 13.5 0. 0. 0. 0.
0. 1. 2.25 5.0625 11.390625 0. 0. 0. 0.
0. 1. 3.5 12.25 42.875 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.

```
0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 2. 21.

-1->Y=[-y(1); -y(2); 0; 0; -y(2); -y(3); 0; 0; -y(3); -y(4); 0; 0; -y(4); -y(5); 0; 0 ];
-1->d=linsolve(f, Y)
d =
        5.
        - 0.9147909
        - 1.971D-15
        1.2591635
        5.2528185
        - 2.4317017
        3.0338217
        - 0.7633843
        5.7568619
        0.2110793
        - 0.1834770
        0.0026392
        3.9734416
        2.5889731
        - 1.2403186
        0.1592083
        0.
        0.
        - 4.728D-16
        - 2.847D-15

-1->A10=d(1)
A10 =

        5.
-1->A11=d(2)
A11 =
```

- 0.9147909
-1->A12=d(3)
A12 =
- 1.971D-15
-1->A13=d(4)
A13 =
1.2591635
-1->A20=d(5)
A20 =
5.2528185
-1->A21=d(6) A21 =
- 2.4317017
-1->A22=d(7) A22 =
3.0338217
-1->A23=d(8)
A23 =
- 0.7633843
-1->A30=d(9)
A30 =
5.7568619
-1->A31=d(10)
A31 =
0.2110793
-1->A32=d(11)
A32 =
- 0.1834770
-1->A33=d(12)
A33 =
0.0026392
-1->A40=d(13)
A40 =
3.9734416
-1->A41=d(14)
A41 =

```
        2.5889731
-1->A42=d(15)
A42 =
- 1.2403186
-1->A43=d(16)
A43 =
        0.1592083
-1->function h = myquadratic ( x )
-1->h = d(1)+d(2)*x+d(3)*(x^2) + d(4) * (x^3)
-1-> endfunction

        -1->xdata = linspace ( x(1),x(2),100 );

        -1->ydata = myquadratic ( xdata );

        -1->plot ( xdata , ydata )

        -1->function h2 = myquadratic2 ( x )
-1->h2 = d(5)+d(6)*x+d(7)*(x^2) + d(8) * (x^3)
-1-> endfunction

        -1->xdata2 = linspace ( x(2),x(3),100 );

        -1->ydata2 = myquadratic2 ( xdata2 );

        -1->plot ( xdata2 , ydata2 )

        -1->function h3 = myquadratic3 ( x )
-1->h3 = d(9)+d(10)*x+d(11)*(x^2) + d(12) * (x^3)
-1-> endfunction

        -1->xdata3 = linspace ( x(3),x(4),100 );

        -1->ydata3 = myquadratic3 ( xdata3 );
```

-1->plot (xdata3 , ydata3)

-1->function h4 = myquadratic4 (x)
-1->h4 = d(13)+d(14)*x+d(15)*(x^2) + $d(16) * (x^3)$
$-1->endfunction$

-1->xdata4 = linspace (x(4),x(5),100);

-1->ydata4 = myquadratic4 (xdata4);

-1->plot (xdata4 , ydata4)

3.2 Анализ и расчёт погрешности кубического сплайна

Проводя оценки для функций разных классов. Если S(x) эрмитов кубический сплайн интерполирует на сетке функцию f(x) то имеют место оценки:

$$|S(x) - f(x)| \leq R$$

Поскольку функция является достаточно гладкой , то её можно упростить до

$$|S(x) - f(x)| \leq \frac{1}{384} h^4 |f''''(x)|$$

Из представленной формулы видно, что нам неизвеста функция f(x), с которой изначально были взяты координаты. Следственно для оценки погрешности нам необходимо рассчитать только правую часть неравенства. В этой части тоже присутствует неизвестная нам функция. От которой необходимо взять четвёртую производную.

Для достижения этой цели необходимо воспользоваться ворожением полинома Ньютона:

$$N(x) = A_0 + A_1(x - x_0) + A_2(x - x_0)(x - x_1) + A_3(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) + A_4(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)$$

Данный полином выражает числовой вывод из неизвестной функции производной четвёртого порядка, из зависимости представленный координат в полиноме.

Для вычисления коэффициентов в данном полиноме воспользуемся формулой разделённой разницы. Если функция f задана на множестве попарно различных точек.Тогда разделённой разностью нулевого порядка функции f в точке x_j называют значение f (x_j); а разделённую разность порядка k для системы точек (xj; xj +1; xj+k) определяют через разделённые разности порядка (k-1) по формуле:

$$f(x_i; x_{i+1}; ...; x_{j+k-1}; x_{j+k-1} = \frac{f(x_i;x_{i+1};...;x_{j+k-1};x_{j+k-1} - f(x_i;x_{i+1};...;x_{j+k-1})}{x_{j+k} - x_j}$$

Из этого следует что необходимые коэффициенты A равны:

$$A_0 = f(x_0)$$
$$A_1 = \frac{f(x_1)}{x_1 - x_0} + \frac{f(x_0)}{x_0 - x_1}$$
$$A_2 = \frac{f(x_2)}{(x_2 - x_1)(x_2 - x_0)} + \frac{f(x_1)}{(x_1 - x_2)(x_1 - x_0)} + \frac{f(x_0)}{(x_0 - x_2)(x_0 - x_1)}$$
$$A_3 = \frac{f(x_3)}{(x_3 - x_2)(x_3 - x_1)(x_3 - x_0)} + \frac{f(x_2)}{(x_2 - x_0)(x_2 - x_1)(x_2 - x_3)} + \frac{f(x_1)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)(x_1 - x_3)} + \frac{f(x_0)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)(x_0 - x_3)}$$
$$A_4 = \frac{f(x_4)}{(x_4 - x_3)(x_4 - x_2)(x_4 - x_1)(x_4 - x_0)} + \frac{f(x_3)}{(x_3 - x_4)(x_3 - x_2)(x_3 - x_1)(x_3 - x_0)} + \frac{f(x_2)}{(x_2 - x_3)(x_2 - x_4)(x_2 - x_1)(x_2 - x_0)} + \frac{f(x_1)}{(x_1 - x_3)(x_1 - x_2)(x_1 - x_4)(x_1 - x_0)} + \frac{f(x_0)}{(x_0 - x_3)(x_0 - x_2)(x_0 - x_1)(x_0 - x_4)}$$

Переменная h есть разница ближайшей табличной координаты и координаты просчитываемой точки погрешности.

$$h = |x_v - x_b|$$

На основе этих данных, с учётом расчёта погрешности в точке x=2,2 получаем погрешность ПР=1,42*10⁻5

Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

−− >x=[0, 0.5, 1.4, 2.25, 3.5];

−− >y=[5, 4.7, 5.7, 5.333, 4.667];

−− >q=2.2

q =

```
        2.2
-- >A0=y(1)
A0 =
        5.
-- >X1=(x(2))-(x(1));
-- >X2=(x(1))-(x(2));
-- >A1=((y(2))/X1)+((y(1))/X2)
A1 =
        - 0.6
-- >X1=(x(3))-(x(2))*(x(3))-(x(1));
-- >X2=(x(2))-(x(3))*(x(2))-(x(1));
-- >X1=(x(1))-(x(2))*(x(1))-(x(2));
-- >A2=((y(3))/X1)+((y(2))/X2)+((y(3))/X1)
A2 =
        - 46.3
-- >X1=(((x(4))-(x(3)))*((x(4))-(x(2)))*((x(4))-(x(1))));
-- >X2=(((x(3))-(x(4)))*((x(3))-(x(2)))*((x(3))-(x(1))));
-- >X3=(((x(2))-(x(3)))*((x(2))-(x(4)))*((x(2))-(x(1))));
-- >X4=(((x(1))-(x(3)))*((x(1))-(x(2)))*((x(1))-(x(4))));
-- >A3=((y(4))/X1)+((y(3))/X2)+((y(2))/X3)+((y(1))/X4)
A3 =
        - 0.9350514
        -- >X1=(((x(5))-(x(4)))*((x(5))-(x(3)))*((x(5))-(x(2)))*((x(5))-(x(1))));
-- >X2=(((x(4))-(x(5)))*((x(4))-(x(3)))*((x(4))-(x(2)))*((x(4))-(x(1))));
-- >X3=(((x(3))-(x(4)))*((x(3))-(x(5)))*((x(3))-(x(2)))*((x(3))-(x(1))));
-- >X4=(((x(2))-(x(4)))*((x(2))-(x(3)))*((x(2))-(x(5)))*((x(2))-(x(1))));
-- >X5=(((x(1))-(x(4)))*((x(1))-(x(3)))*((x(1))-(x(2)))*((x(1))-(x(5))));
-- >A4=((y(5))/X1)+((y(4))/X2)+((y(3))/X3)+((y(2))/X4)+((y(1))/X5)
A4 =
        0.3465415
-- >h=q-2.125
h =
        0.075
-- >N=A0+A1*(q-(x(1)))+A2*((q-(x(1)))*(q-(x(2))))+A3*((q-(x(1)))*(q-(x(2)))*(q-
```

(x(3))))+A4*((q-(x(1)))-(q-(x(2)))-(q-(x(3)))-(q-(x(4))))
N =

- 172.36631

−− >P=(N*(h^4))/384 P =

- 0.0000142

3.3 Исследование кубического сплайна операциями в математическом пакете "Scilab"

Для вычисления коэффициентов сплайна используется функция splin. Полная структура данной команды имеет следующее написание splin(x,y,"parameter").

Вместо параметр вписывается условие взятия коэффициентов кубического сплайна:

а) Not _ a _ knot. Третья производная слева и справа равна для точек x_2, x_{x-n}

б) fast – «быстрый». Насчет сплайна на основе обычной интерполяции кубическим полиномом

в) clamped-явное. Задание производных в точках x_1, x_n

г) monotone. На интервалах между узлами интерполяции интерполятор является монотонным

д) natural. Производные в точках x1,xn интерполяторы равны нулю.

Построение кубического сплайна в Scilab состоит из двух этапов: вначале вычисляются коэффициенты сплайна с помощью функции d=splin(x,y),а затем рассчитывается значения интерполяционного полинома в точке y=interp(t,x,y,d).

Функция d=splin(x,y) имеет следующие параметры: x — строго возрастающий вектор, состоящий минимум из двух компонент; y — вектор того же формата, что и x; d — результат работы функции, коэффициенты кубического сплайна.

Для функции y=interp(t,x,y,k) параметры x, y и d имеют те же значения, параметр t — это вектор абсцисс, а y — вектор ординат, являющихся значениями кубического сплайна в точках x.

Из расчётов ясно что коэффициенты сплайна равны: koeff =

- 2.1008999 0.5831182 0.6094913 - 1.0681128 0.8781788

3.3.1 Графики сплайна операциями в математическом пакете "Scilab"

А получившиеся графики с учётом вложенных команд имеют вид:

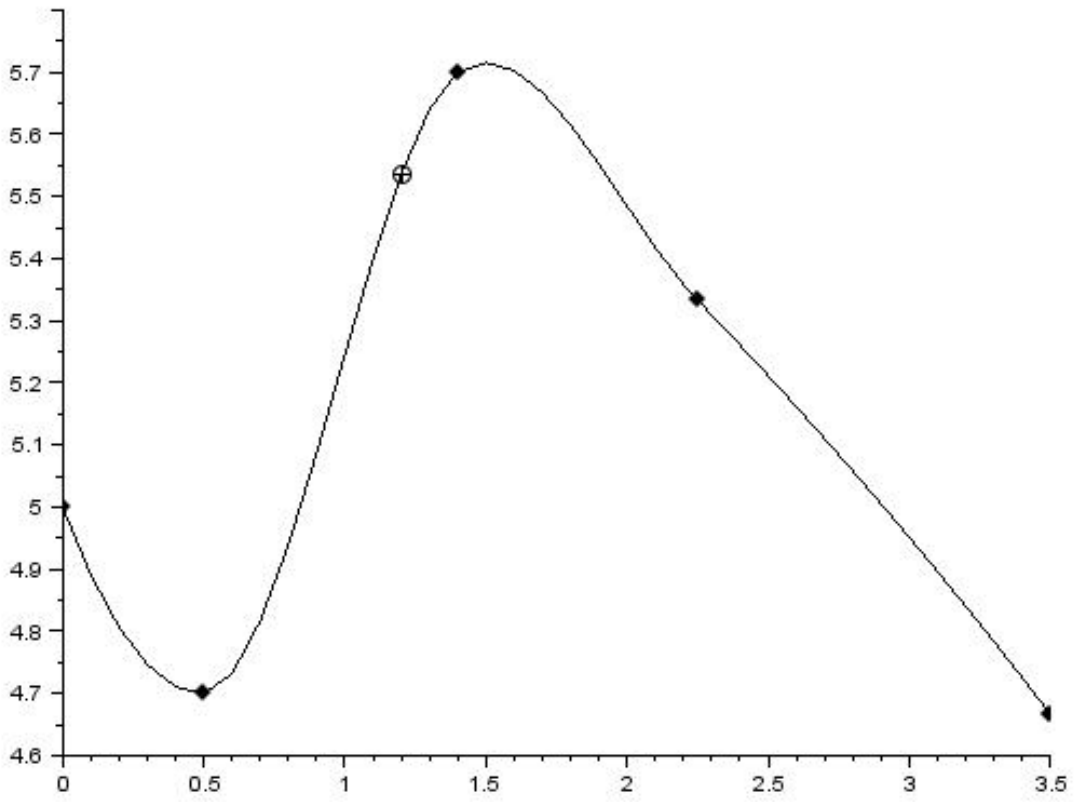


График сплайна в режиме "a"

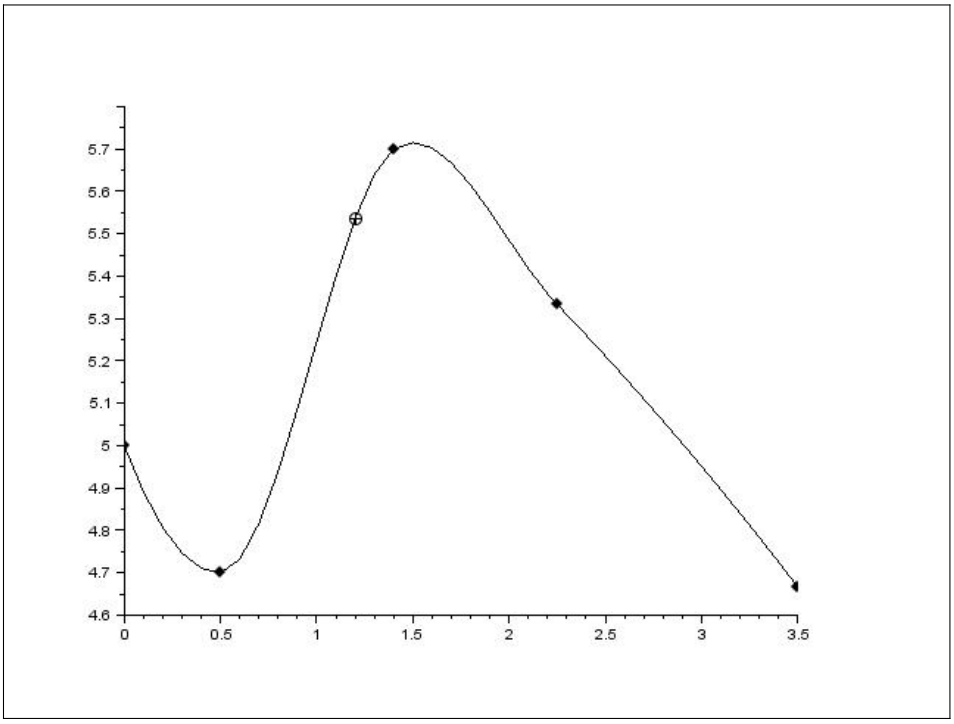


График сплайна в режиме "б"

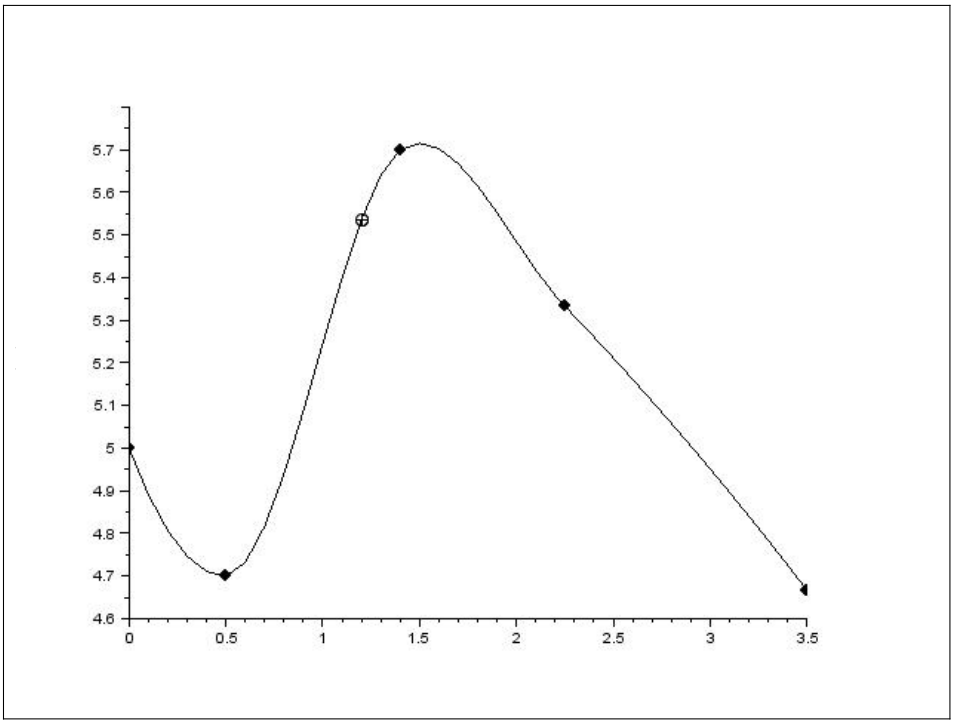


График сплайна в режиме "в"

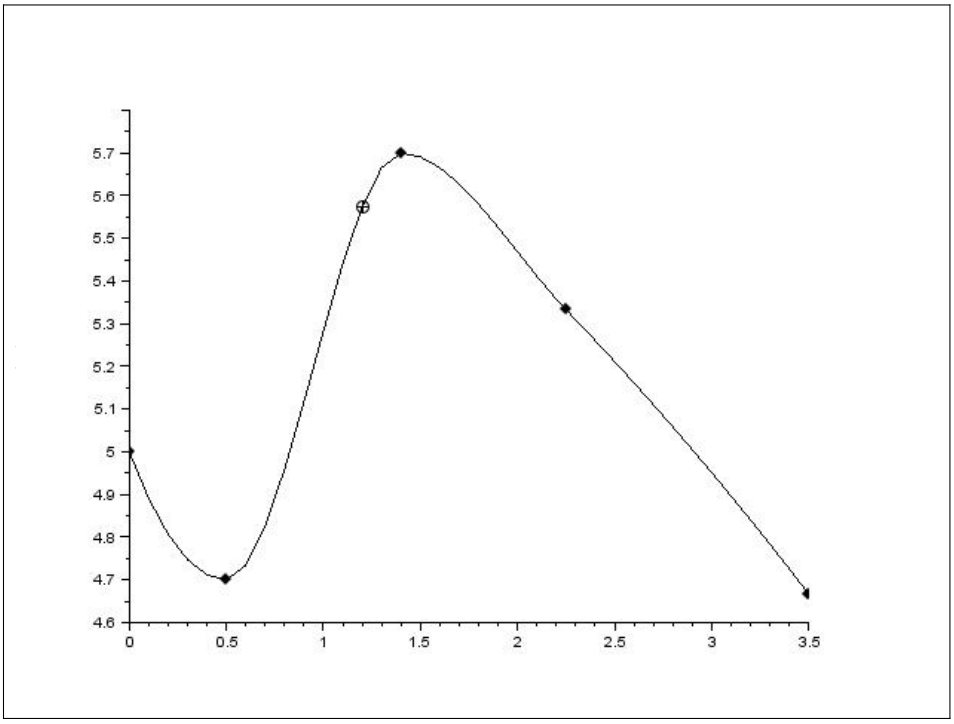


График сплайна в режиме "г"

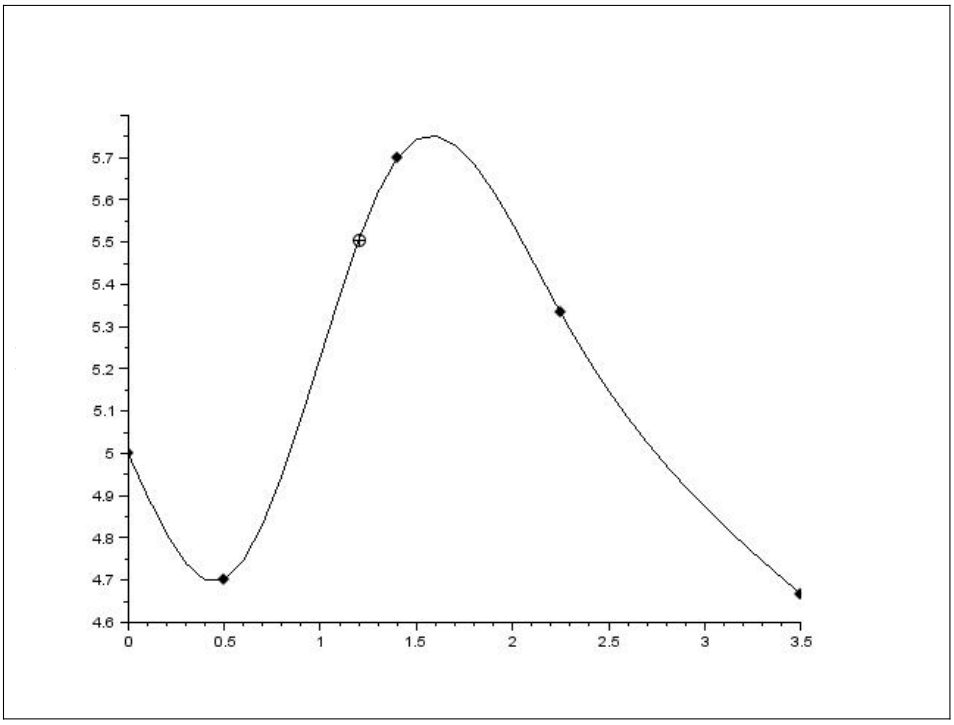


График сплайна в режиме "д"

3.3.2 Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab"

```
-->x=[0 0.5 1.4 2.25 3.5];

-->y=[5 4.7 5.7 5.333 4.667];

-->plot2d(x,y,-4);

-->koeff=splin(x,y,"Notaknot")

-->X=[1.2];

-->Y=interp(X,x,y,koeff)
Y =

5.5357542

-->plot2d(X,Y,-3);

-->t=0:0.1:3.5;

-->ptd=interp(t,x,y,koeff);

-->plot2d(t,ptd);

-->x=[0 0.5 1.4 2.25 3.5];

-->y=[5 4.7 5.7 5.333 4.667];

-->plot2d(x,y,-4);

-->koeff=splin(x,y,"fast")
```

```
koeff =

    - 1.2111111  0.0111111  0.3176321  - 0.4726599  - 0.5929401

    -- >X=[1.2];

    -- >Y=interp(X,x,y,koeff)
Y =

    5.5357542

    -- >plot2d(X,Y,-3)

    -- >t=0:0.1:3.5;

    -- >ptd=interp(t,x,y,koeff);

    -- >plot2d(t,ptd);

    -- >x=[0 0.5 1.4 2.25 3.5];

    -- >y=[5 4.7 5.7 5.333 4.667];

    -- >plot2d(x,y,-4);

    -- >koeff=splin(x,y,"clamped")

    -- >X=[1.2];

    -- >Y=interp(X,x,y,koeff)
Y =

    5.5357542
```

```
-- >plot2d(X,Y,-3);

-- >t=0:0.1:3.5;

-- >plot2d(t,ptd);

-- >x=[0 0.5 1.4 2.25 3.5];

-- >y=[5 4.7 5.7 5.333 4.667];

-- >plot2d(x,y,-4);

-- >koeff=splin(x,y,"monotone")
koeff =

- 1.2111111  0.  0. - 0.4738395 - 0.5929401

-- >X=[1.2];

-- >Y=interp(X,x,y,koeff)
Y =

5.5737997

-- >plot2d(X,Y,-3);

-- >t=0:0.1:3.5;

-- >ptd=interp(t,x,y,koeff);

-- >plot2d(t,ptd);

-- >x=[0 0.5 1.4 2.25 3.5];
```

```
-- >y=[5 4.7 5.7 5.333 4.667];

-- >plot2d(x,y,-4);

-- >koeff=splin(x,y,"natural")
koeff =

- 1.0151649
0.2303298
0.6307834
- 0.8177263
- 0.3903368

-- >X=[1.2];

-- >>Y=interp(X,x,y,koeff)
Y =

5.5054447

-- >plot2d(X,Y,-3);

-- >t=0:0.1:3.5;

-- >ptd=interp(t,x,y,koeff);

-- >plot2d(t,ptd);

-- >ptd=interp(t,x,y,koeff);

-- >plot2d(t,ptd);
```

4 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

Так как данная задача является целочисленной задачей линейного программирования (ILP), стандартная функция мат. пакета «SciLab» для решения задач линейного программирования karmarkar(. . .)не даст верного решения, если оптимальное решение для соответствующей задачи без целочисленного ограничения не является целочисленным или «близким» к нему.

Условие задачи:

Используемые ресурсы	Издел 1	Издел 2	Издел 3	Издел 4	Кол-во ресурсов
Трудовые	1	7	6	5	17
Материальные	2	1	9	15	8
Финансовые	6	8	5	8	32
Прибыль	35	52	36	24	

4.1 Логическое рассуждение.

Из условия задачи видно, что изделия 3 - 4 не подходят для оптимизации поскольку обходятся в большее количество материальных ресурсов, чем дано. Далее возможно предположить что использовав цикл for, который используется во многих языках программирования в том числе и в математическом пакете «SciLab». Через него возможно создать расчётную программу, со схожим синтаксисом с математическим пакетом «SciLab». Задача программы состоит в переборе значений под условием большего и присваивания этого большего пока не кончатся все возможные варианты.

4.2 Решения задачи на языке программирования Packal

Листинг программы: var i1, i2: array [1..4] of integer;
k1, k2, max, i, j, t, m, f:integer;
begin
max := 0;
i1[1] := 1;
i1[2] := 2;
i1[3] := 6;
i1[4] := 35;
i2[1] := 7;
i2[2] := 1;
i2[3] := 8;
i2[4] := 52;
t := 17;
m := 8;
f := 32;
for i := 0 to 4 do
for j := 0 to 2 do
if (((t - i1[1]*i - i2[1]*j) >= 0) and ((m - i1[2]*i - i2[2]*j) >= 0) and ((f - i1[3]*i - i2[3]*j) >= 0)) then
if ((i1[4]*i + i2[4]*j) > max) then
begin
max := i1[4]*i + i2[4]*j;
k1 := i;
k2 := j;
end;
write(max, ' ', k1, ' ', k2, ' ', 0, ' ', 0);
end.
Ответ программы: 174 2 2 0 0

Таким образом для достижения максимальной прибыли в 174условных

единиц предприятию необходимо произвести две единицу изделия №2 и две единицы изделия №3.

5 ВЫВОД

В данной курсовой работе было изучено исследование функции, построение сплайнов с помощью математического пакета «SciLab». Были изучены возможности взятия производной такими командами как diff, позволяющая брать дифференциалы и numdiff позволяющая находить производную на отдельном промежутке чисел. В работе было изучено построение графиков в данном математическом пакете с помощью функции задания функций function и команды для построения графика plot. Так же оказалось, что пакет содержит возможности оператора if, который был использован для определения чётности и не чётности функции. Были изучены особенности задачи матриц и матричных уравнений в математическом пакете «SciLab». При выполнении работы были изучены математические особенности построения сплайнов кубических и Лагранжа. Было выявлено отсутствие функции аналитической математики в данном пакете. В следствие чего аналитические расчёты здесь невозможны. Так же было изучено, каким образом использовать отдельные элементы матриц, при тех или иных расчётах.

6 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) Ю.С. Завьялов. Методы сплайн-функций. М.Наука, 1980.

б) Калиткин. Численные методы. М.,Мир, 1980.

в) Чеснокова. Рудченкоюю Решение инженерных и математических задач. М. «БИНОМ. Лаборатория знаний». 2008.

г) Тропин. Михайлова. Михайлов. Численные и технические расчеты в среде Scilab (ПО для решения задач численных и технических вычислений). М.,Наука, 1980.