

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

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОЙ РАБОТЕ
по дисциплине "Информатика"

Вариант №9

2018

[illegible]

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	23
2.2.6	Получение точек перегиба функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона	38
2.2.7	Получение точек перегиба функции с помощью метода приближения	43
2.2.8	Определение выпуклости или вогнутости исследуемой функции	66
2.2.9	Итоги исследования функции $h(x)$	68
2.2.10	Решение уравнения $f(x)=g(x)$	69
3	Исследование кубического сплайна	70

Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата		2

4

Решение задачи оптимизации

81

5

Список литературы

83

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата							
										Лист	
										3	
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата							

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

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	4	

(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, \dots, 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.

Инв. подл.	Подп. и дата		Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	
					Лист
					5

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 понадобится 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:

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

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 понадобится 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:

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата

Лист
6

- 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 (\mathbb{R}) . Следовательно в данном случае $x \in \mathbb{R}$

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 придётся сделать частично в ручную.

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

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

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	чего определить является ли наклонная асимптота горизонтальной.
<h3>2.1.3 Анализ поиска вертикальной асимптоты</h3>					
<p>По условию задания граничными точками области определения являются(0;</p> <p>На границах области определения функция имеет вертикальные асимпто-</p> <p>ты, если односторонние пределы функции в этих граничных точках бесконечны.</p> <p>Поскольку математический пакет "Scilab" не имеет возможности посчитать пределы, данную операцию пройдётся сделать частично в ручную.</p> <p>Рассчитаем вертикальную асимптоту при x=0, точка является началом промежутка исследования функции h(x):</p> $\lim_{x \rightarrow 0-0} \sqrt{3} \sin(x) + \cos(x) - \cos(2x + \frac{\pi}{3}) + 1 = \lim_{x \rightarrow 0-0} 1.5 \neq \pm \infty$					
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	
					Лист
					8

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

Листинг программы:

$$--- \succ x = 0$$
$$\mathbf{x} =$$

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 $h(x)$:

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

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

Листинг программы:

$$--> x = (5 * (pi))/6$$
$$\mathbf{x} = //$$

2.61

$$--> q = \sqrt{3} * \sin(x) + \cos(x) - \cos((2 * x) + ((\pi)/3)) + 1 \quad q = -2.22$$

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист	9

2.1.4 Анализ поиска вертикальной асимптоты

В отличие 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 $k = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{h(x)}{x}$
- $b \neq \infty$ при $b = \lim_{x \rightarrow \infty} (h(x) - kx)$

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

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

После разбита заметим, что коэффициент k имеет неопределённые пределы:

- $$\begin{aligned} & - \lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{3} * \sin(x) \\ & - \lim_{x \rightarrow \infty} \cos(x) \\ & - \lim_{x \rightarrow \infty} \cos(2 * x + (\frac{\pi}{3})) \end{aligned}$$

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

2.1.5 Чётность и нечётность функции

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

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,[xcar,ycar,caption])` где x — массив абсцисс, y — массив ординат, $xcar$, $ycar$, $caption$ — 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.

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата				
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата				
								Лист
								14

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

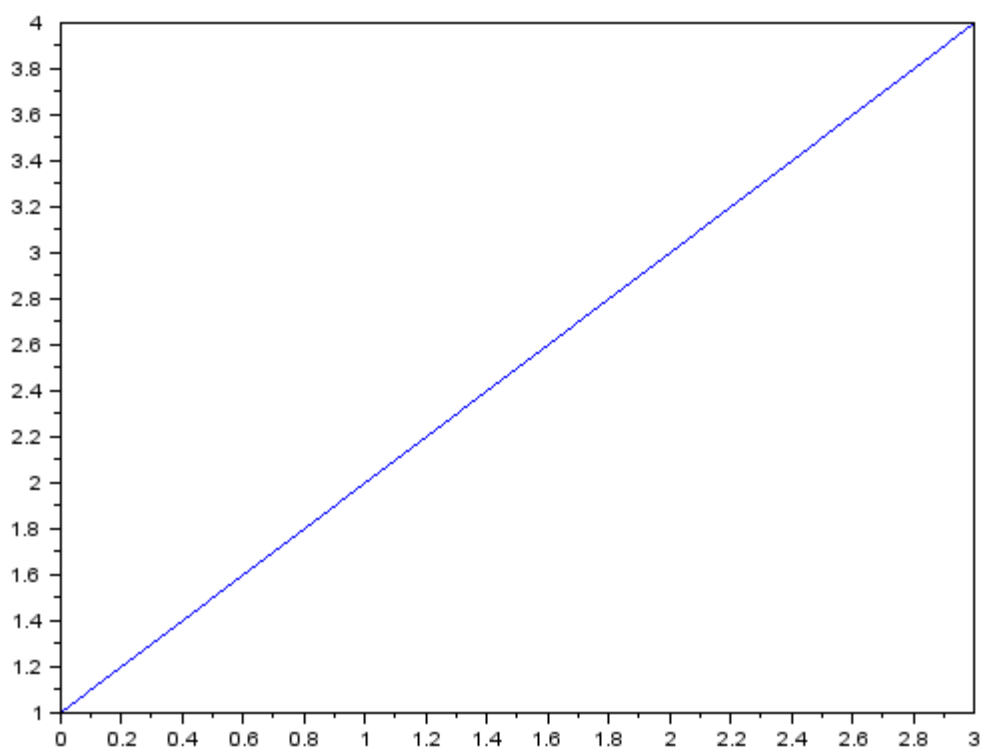


Рисунок 1 – График функции $y=f(x)$

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

Рисунок 1 – График функции $y=f(x)$

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата

Лист
15

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 )
```

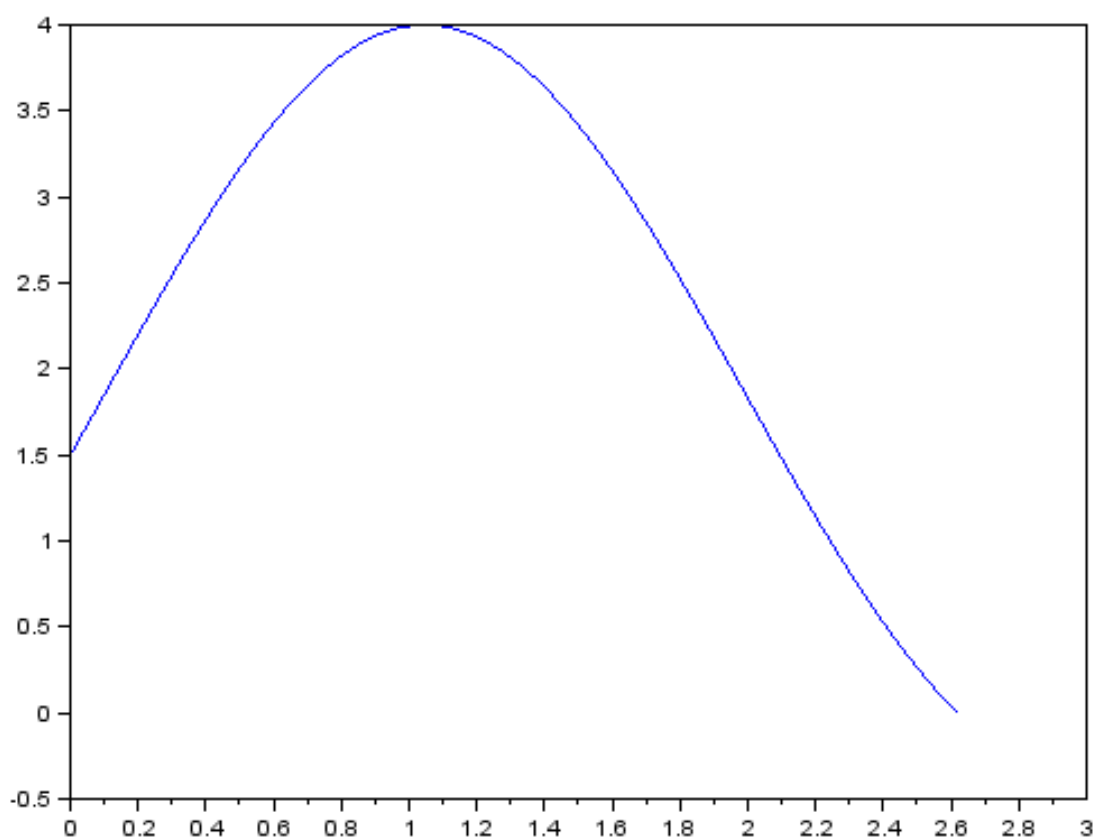


Рисунок 2 – График функции $y=h(x)$

Инв. подл.	Подп. и дата		Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	

The graph shows a blue parabolic curve on a Cartesian coordinate system. The x-axis ranges from 0 to 3 with major ticks every 0.2 units. The y-axis ranges from -0.5 to 3 with major ticks every 0.5 units. The curve starts at the point (0, 1.5), reaches a maximum at approximately (0.5, 3.0), and crosses the x-axis at approximately (2.6, 0). The curve is symmetric about the vertical line x = 1.3.

x	y
0.0	1.5
0.5	3.0
1.0	2.25
1.5	1.125
2.0	0.0
2.6	0.0

Рисунок 2 – График функции $y=h(x)$

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

Данный способ заключается в том, что функцию $y(x)$, заданную в равностоящих точках x_i отрезка $[a, b]$ с помощью значений $y_1 = f(x_i)$, приближенно заменяют интерполяционным полиномом Ньютона, построенном для системы узлов $x_0, x_1, \dots, x_k (k \leq n)$ 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:

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

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 $dy = \text{diff}(y[n])$, 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 исследуемой 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.

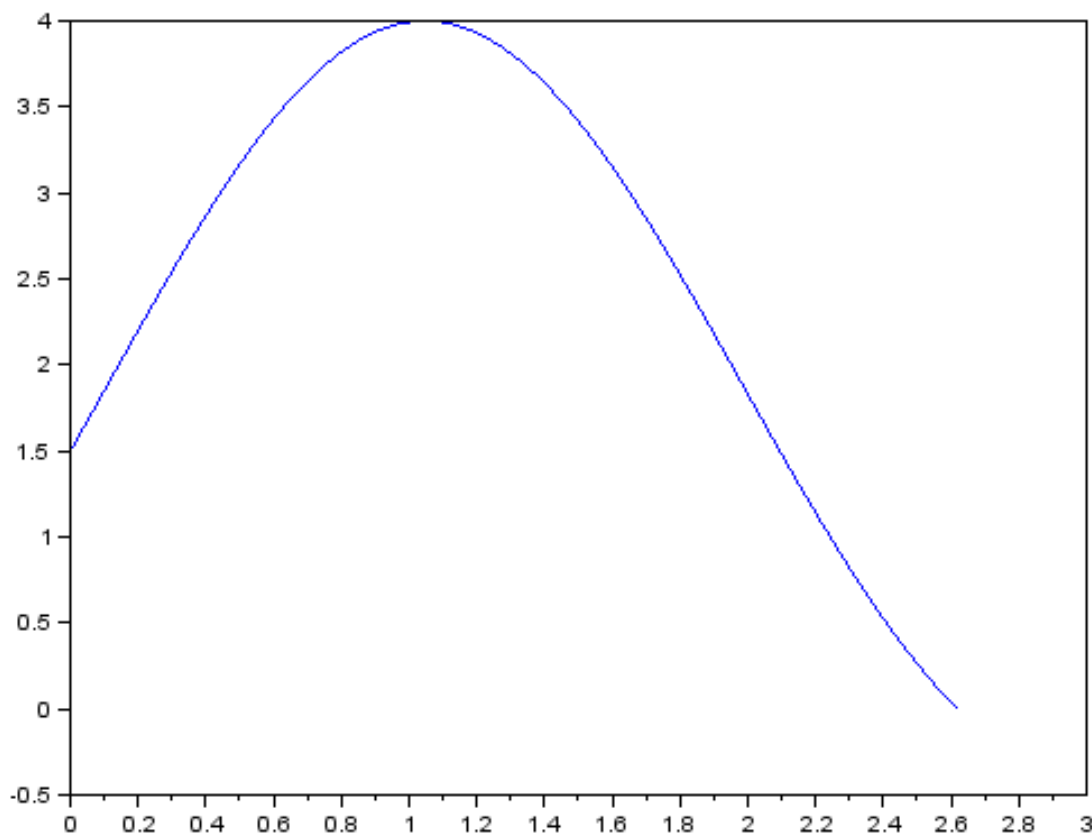


Рисунок 2 – График функции $y=h(x)$

Возьмём за первичную точку приближения, $x=1$. В следствии чего получим $h'(x) = 0.2873079$. Поскольку приближение к нулю в десятых долях является

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата					Лист
									18
					Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата

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);
```

					Подп. и дата
					Инв. дубл.
					Взам. инв.
					Подп. и дата
					Инв. подл.
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	
					Лист
					19

```
-- >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);
```

Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				Подп. и дата
Y =															
-- >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															
- 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  $y'(x)$ 
```

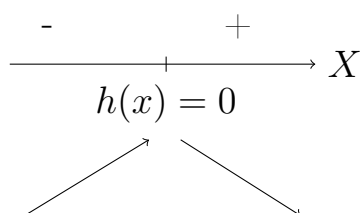
```
-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h
```

Y =

0.0000215

Поскольку точка экстремума является $h(x)=0$, 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 $h'(x) < 0$, следовательно функция убывает после точки экстремума, на исследуемом промежутке. При $x=1$ функция $h'(x) > 0$ больше нуля, следовательно 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

Подп. и дата							Лист 21
Инв. дубл.							
Взам. инв.							
Подп. и дата							Лист 21
Инв. подл.							
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата			

выявлено, что при $x=1,048$ функция $h(x) < 0$, следовательно функция убывает по-
сле точки экстремума, на исследуемом промежутке. При $x=1$ функция $h'(x) > 0$
больше нуля, следственно она возрастет.

Представим данные в графическом виде:

-

+

<

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.

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	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 исследуемой области $x = (0; \frac{5\pi}{6})$, ориентируясь по рисунку №2 видим что количество таких точек равно единице, поскольку функция в данном случае изгибается один раз. Для начала расчётов изучим множество значений производной на промежутке $x=(1;1,1)$ с шагом $h=0,01$

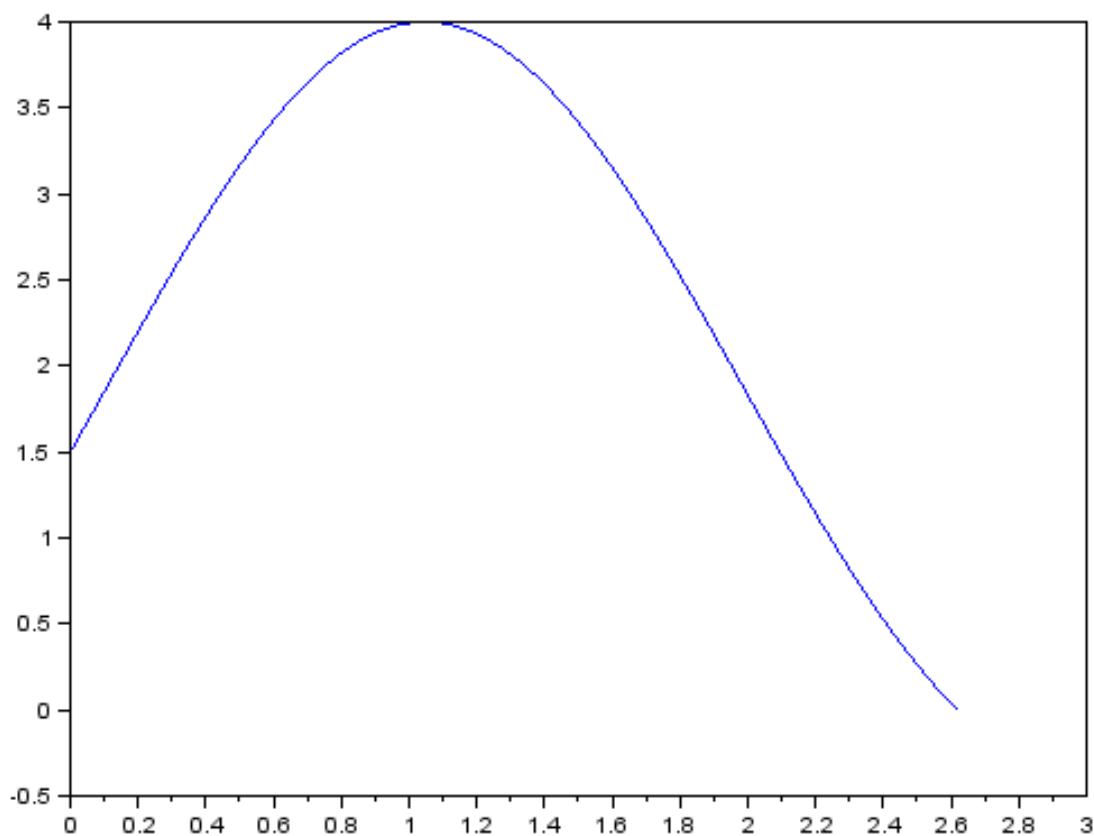


Рисунок 2 – График функции $y=h(x)$

Из этого получим множества чисел:
column 1 to 6

Инв. подл.	Подл. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата					Лист
									23
					Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата

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.

Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0.0431841 0. 0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0.0371845 0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0.0311848 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0. 0.0251850 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0. 0. 0.0191852 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0. 0. 0. 0.0131852
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата				Инв. дубл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.				0. 0. 0. 0. 0. 0.

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист

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 $h=0,0001$

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0.
					0.0071853 0. 0. 0. 0.
					0. 0.0011852 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. - 0.0048147 0. 0.
					0. 0. 0. - 0.0108147 0.
					0. 0. 0. 0. - 0.0168147
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	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 $h=0,0001$
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	

Лист

26

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.

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

Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист
						27

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.

Инов. подл.	Подп. и дата				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.				
Подп. и дата	Взам. инв.				0. 0. 0. 0. 0.0003453 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0.0002852 0. 0. 0. 0. 0. 0.
	Инов. дубл.				
	Подп. и дата				
	Инов. подл.				
	Изм				
					Лист
					28

0. 0. 0. 0. 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 $h'(x) = 0$

Инв. подл.	Подп. и дата				Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
<p>0. 0. 0. 0. 0.</p> <p>0.0002253 0. 0. 0. 0.</p> <p>0. 0.0001653 0. 0. 0.</p> <p>0. 0. 0.0001053 0. 0.</p> <p>0. 0. 0. 0.0000453 0.</p> <p>0. 0. 0. 0. - 0.0000147</p> <p>На данном этапе приближений остановим вычисления. В итоге получена точка $x=1,0472$ где значения производной исследуемой функции максимально приближено к $h'(x) = 0$</p>							
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата			

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.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата						
									Лист	
									30	
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата						

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)

Инв. подл.	Подп. и дата					Лист	
	Инв. дубл.						
	Взам. инв.					31	
Подп. и дата						Изм	Лист
						докум.	Подп.
						Дата	

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. 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.

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата

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.

Инв. подл.	Подп. и дата		Инв. дубл.		Взам. инв.		Подп. и дата		Инв. подл.		
					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.						
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата							
					33						

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.

Инв. подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
	Подп. и дата				
	Подп. и дата				
	Подп. и дата				
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.					
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	35

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.

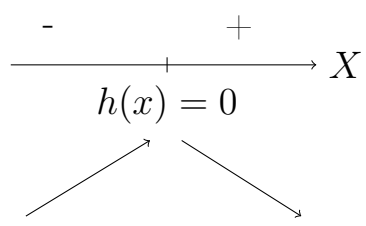
0. 0. 0. 0.0000453 0.

0, 0, 0, 0, - 0.0000147

Поскольку точка экстремума является $h'(x)=0$, 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 $h'(x) < 0$, следовательно функция убывает после точки экстремума, на исследуемом промежутке. При $x=1$ функция $h'(x) > 0$ больше нуля, следовательно она возрастет.

[illegible]

Представим данные в графическом виде:



Инв. подл.	Подп. и дата		Инв. дубл.		Взам. инв.		Подп. и дата	
Изм		Лист	докум.		Подп.	Дата		
							Лист	
							37	

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

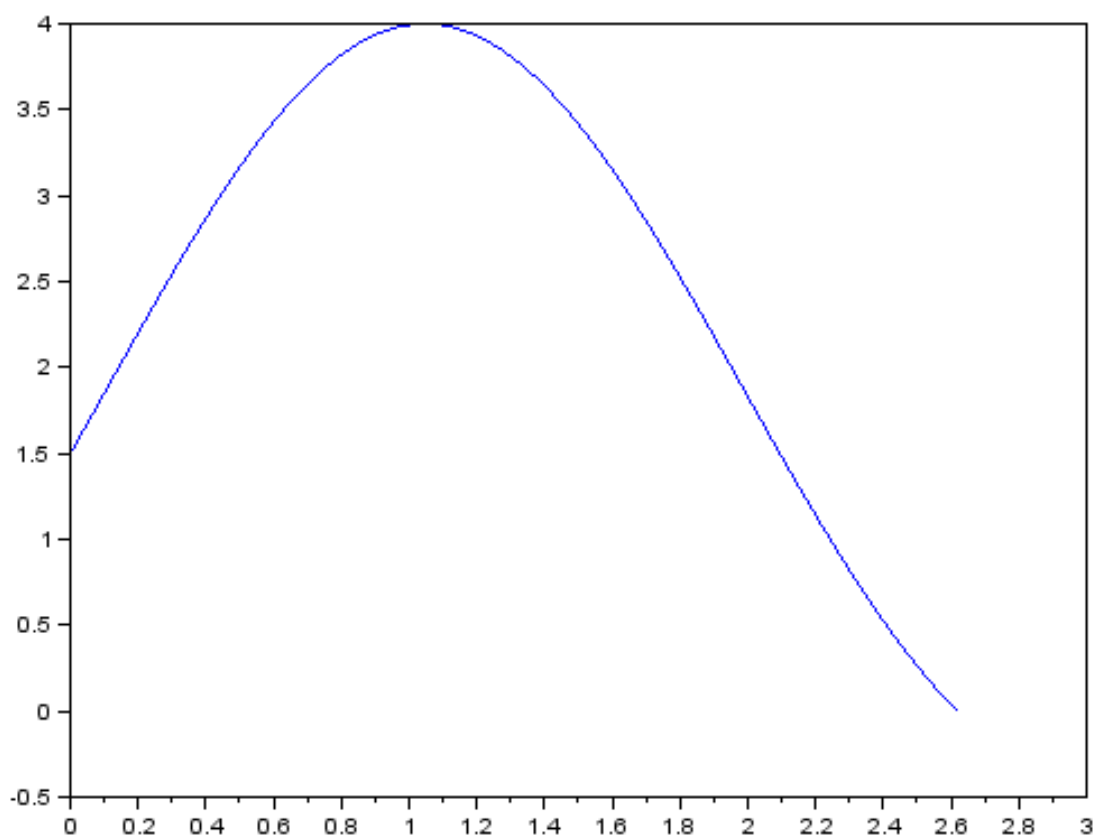


Рисунок 2 – График функции $y=h(x)$

Из графика №2 следует что на исследуемом промежутке $x = (0; \frac{5\pi}{6})$ имеются две точки 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 пер-

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата					Лист
									38
					Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата

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.

```
-- >x=0.1:h:(5*(pi)/6);
```

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

```
-- >d.y=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;

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
<pre> -- >y=-sin(x)+z sin((z-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; </pre>				
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата
				Лист
				39

```

-- >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 =

Инв. подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
Инв. подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	40

<div>Y =</div> <div><div><div>-- >n=0.1;</div><div>-- >x=0.111:h:(5*(pi)/6);</div><div>-- >y=-sin(x)+2*sin((2*x) + ((pi)/3)) + sqrt(3)*cos(x);</div><div>-- >dy=diff(y);</div><div>-- >dy2=diff(y,2);</div><div>-- >dy3=diff(y,3);</div><div>-- >//Приближенное значение y'(x)</div><div>-- >Y=(dy(1)-dy2(1)/2+dy3(1)/3)/h</div></div></div>
--

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)
```

Инв. подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
Подп. и дата					41
Изм					
Лист					
докум.					41
Подп.					
Дата					

1	—
- 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

```

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата				
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата				
								Лист
								42

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

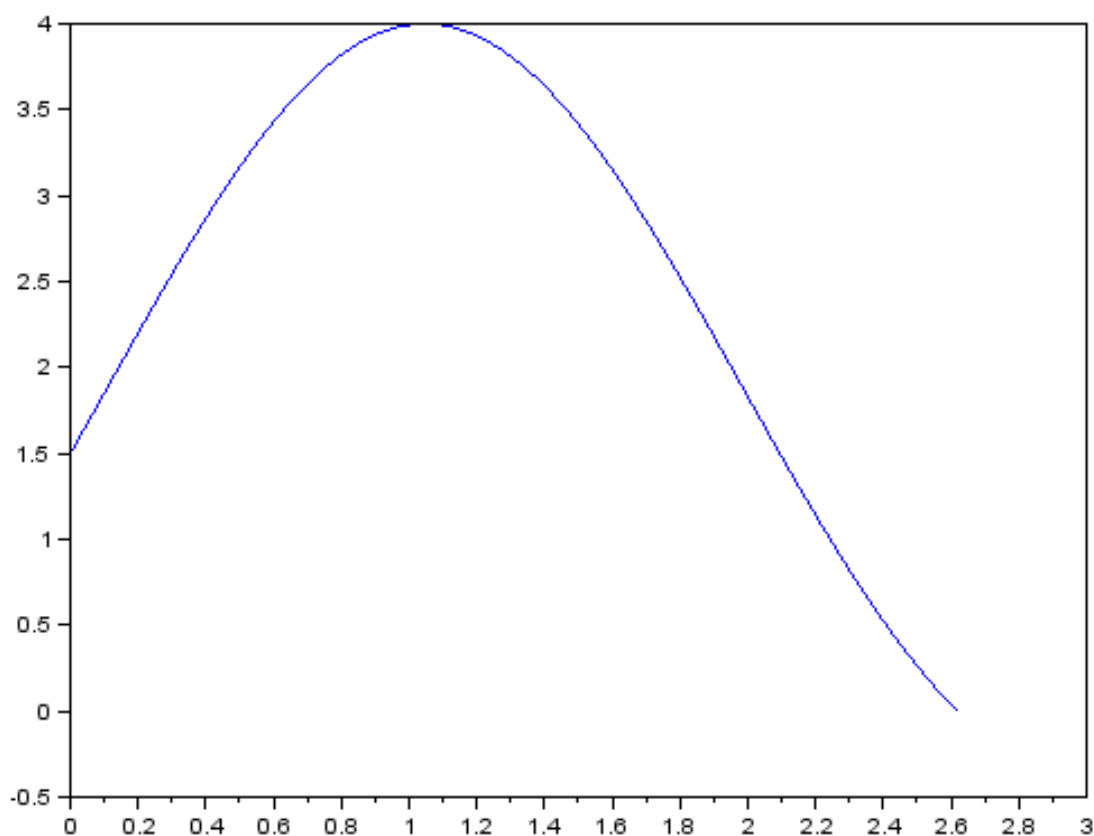


Рисунок 2 – График функции $y=h(x)$

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

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		Изн.	Подп. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
------	------	--------	-------	------	--	------	-------------	--------------	------------	------------	--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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.

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0.9130523 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0.8254343 0. 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.				
Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0. 0.				
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.									
0. 0. 0. 0. 0. 0.</									

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.

column 13 to 18

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

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата							
										Лист	
										45	
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата							

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

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата							
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата						Лист	
										46	

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.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	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.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	column 7 to 11
					0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	
					Лист
					47

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 третьей 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.

Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	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.				
Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	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				
Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0.				
					0. 0. 0. 0. 0.				
Инов. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инов. дубл.	Подп. и дата					
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата					
					Лист				
					48				

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. 0.0004448 0. 0. 0. 0.
0. 0. 0. 0.0003523 0. 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.

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. 0. 0. 0. 0. 0.

Инов. подл.	Подп. и дата		Инов. дубл.		Взам. инв.		Подп. и дата		Инов. подл.									
										Лист								
										49								
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата														

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. - 0.6838583 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. - 0.0196837 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.

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	

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. 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.

Подп. и дата								
Инв. дубл.								
Взам. инв.								
Подп. и дата								
Инв. подл.								
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата				Лист
								52

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. - 0.0000647 0. 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. 0. 0. 0. 0. 0.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	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.					
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. - 0.0000647 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0.0000278 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0.0001203 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.0002128					
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата						
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата						Лист
										53

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 приближе-
на 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. 0.1040016 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

Подп. и дата								
Инв. дубл.								
Взам. инв.								
Подп. и дата								
Инв. подл.								
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата				Лист
								54

```
-- >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.
```

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

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

[illegible]

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

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата							
										Лист	
										57	
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата							

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0.0024798 0. 0. 0. 0.	
					0. 0. - 0.0067715 0. 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.	
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	column 7 to 11	
					0. 0. 0. 0. 0.	
					0. 0. 0. 0. 0.	
					0. 0. 0. 0. 0.	
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист
						58

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

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	column 1 to 6	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.

```

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	-- >v=0.1112:h:0.1113;					
					-- >numdiff(myr,v)					
					ans =					
					column 1 to 6					
					0.0006299 0. 0. 0. 0. 0.					
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0.0005374 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0.0004448 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0.0003523 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0.0002598 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.0001674					
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
					0. 0. 0. 0. 0. 0.					
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата						Лист
										60

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(myrv)

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

Подп. и дата		<pre>-- >function f=myf(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</pre>					
Инв. дубл.							
Взам. инв.							
Подп. и дата							
Инв. подл.							
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата			Лист
							61

[illegible]

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.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. - 0.0190897 0.0. 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.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	column 7 to 11
					0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0.
					0. 0. 0. 0. 0.
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	

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

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	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							
												Лист
												64
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата								

- 0.0002497 0. 0. 0. 0. 0.

0. - 0.0001573 0. 0. 0. 0. 0.

0. 0. - 0.0000647 0. 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.

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. 0.0006753

2.2.8 Определение выпуклости 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 вогнуто-

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		66

сти 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":

— — $\geq x=1.8$

$$\mathbf{X} =$$

1.8

$$--> y = \sqrt{3} \sin(x) + \cos(x) - \cos((2x) + (\pi/3)) + 1$$
$$y =$$

2.5246967

[illegible]

2.2.9 Итоги исследования функции $h(x)$

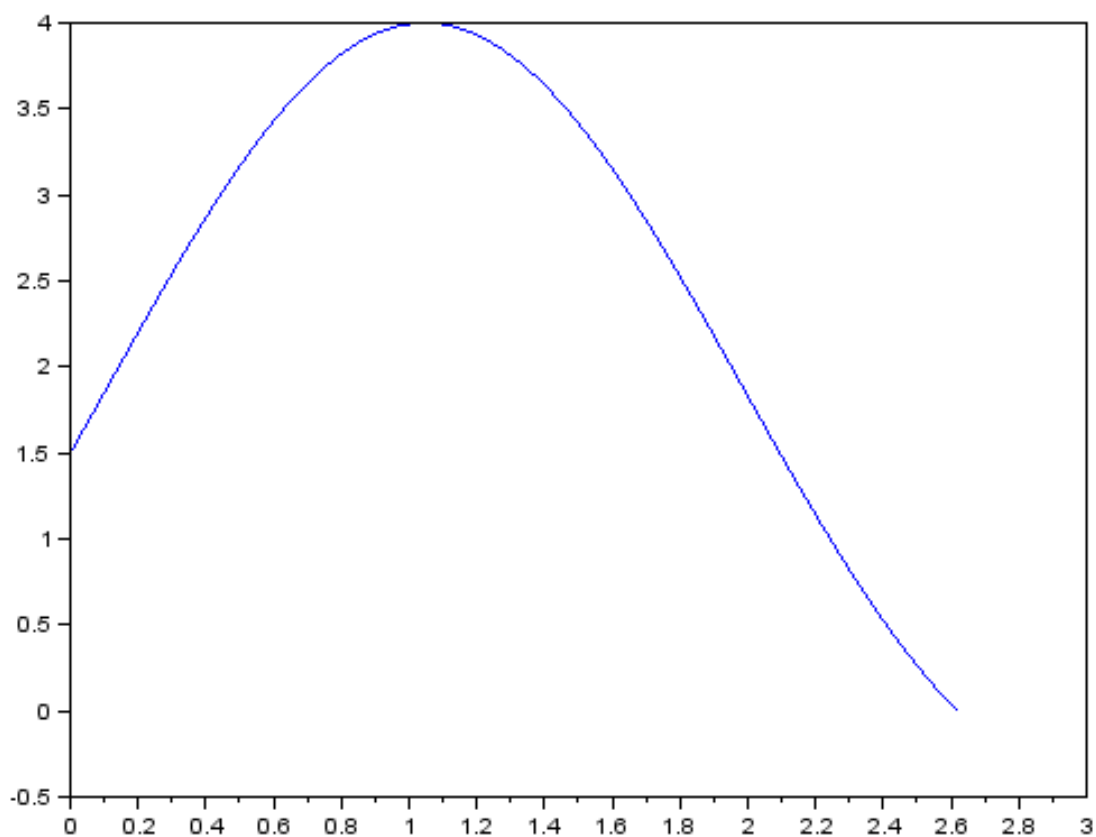


График функции $y=h(x)$

- 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 $x = (0; \frac{5\pi}{6})$.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата					Лист
									68
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата					

2.2.10 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 выражение к нулю. Для этого воспользуемся командой `deff`, которая позволяет задать зависимость выражений и командой `fsolve`, позволяющей выбить значение вхождения 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 является известным числом, а f является 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.

Изн.	подл.	Подп.	и	дата	Взам.	инв.	Изн.	дубл.	Подп.	и	дата
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата							Лист
											69

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. Следственно погрешность в данном задании не исчисляемая.

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. В Scilab для построения линейной интерполяции служит функция `splin`, где z — матрица исходных данных; x — вектор абсцисс; y — вектор значений линейного сплайна в точка x . 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 x_1, x_n интерполяторы равны нулю.

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

- 2.1008999 0.5831182 0.6094913 - 1.0681128 0.8781788

[illegible]

А получившиеся графики с учётом вложенных команд имеют вид:

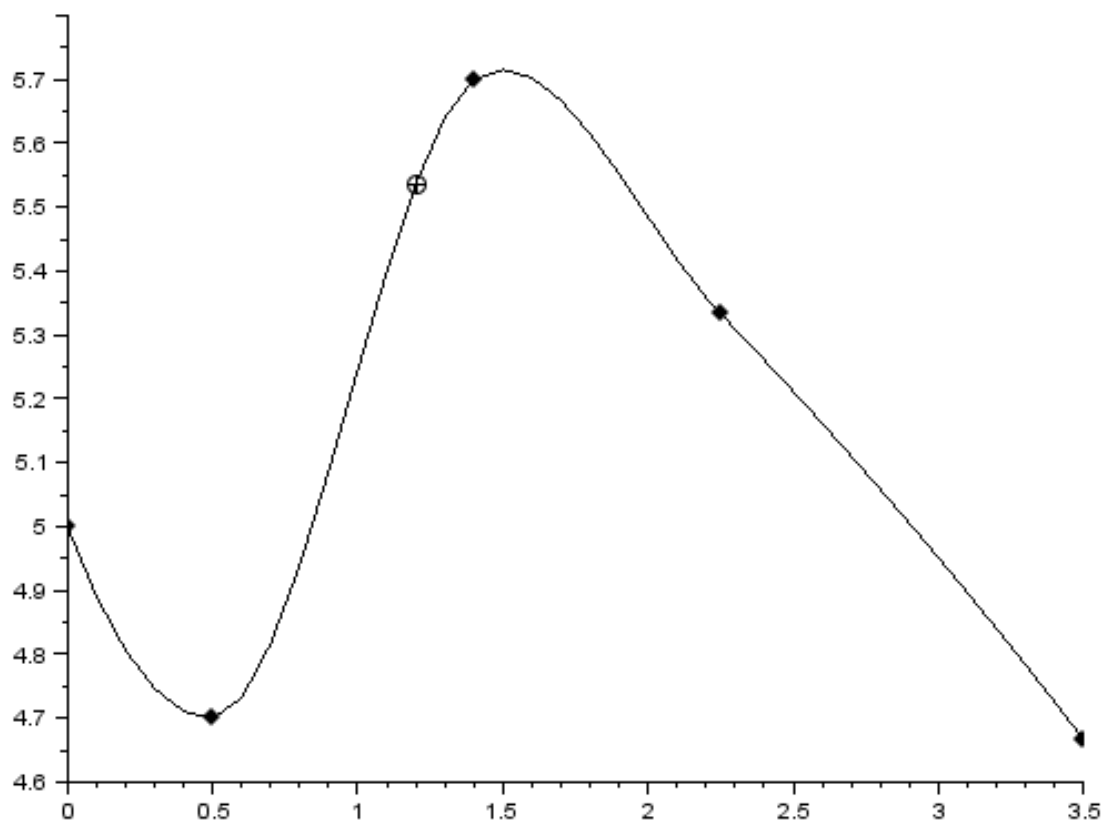


Рисунок 3 – График сплайна в режиме "а"

					00.0				
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

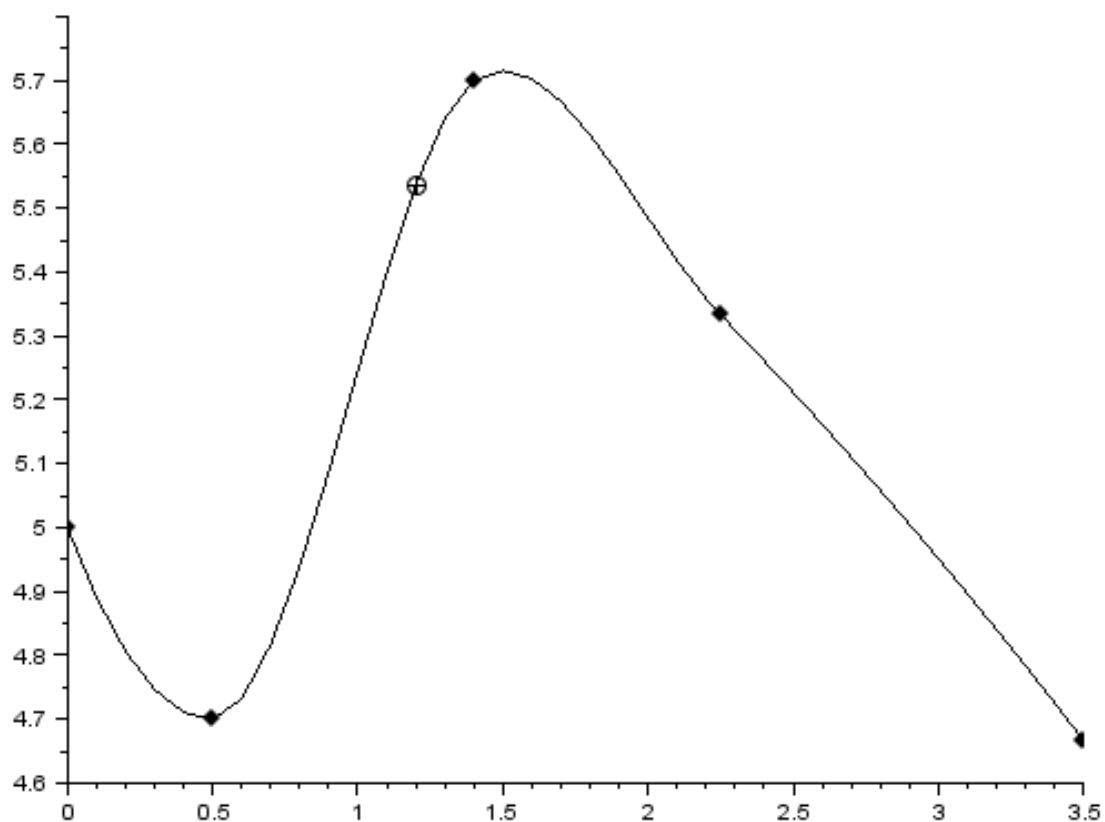


Рисунок 4 – График сплайна в режиме "б"

Рисунок 4 – График сплайна в режиме "б"					
Инв. подл.	Подп. и дата				
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
	Подп. и дата				
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	Лист

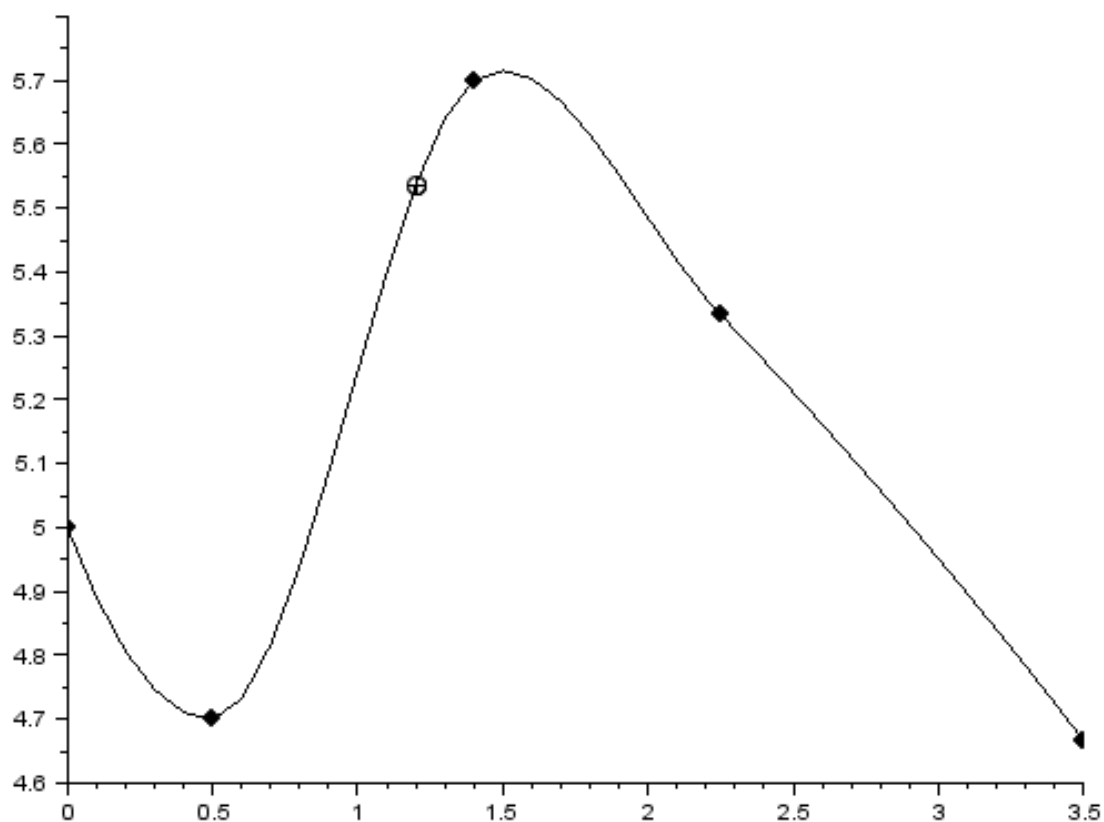


Рисунок 5 – График сплайна в режиме "в"

Рисунок 5 – График сплайна в режиме "в"				
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
</				

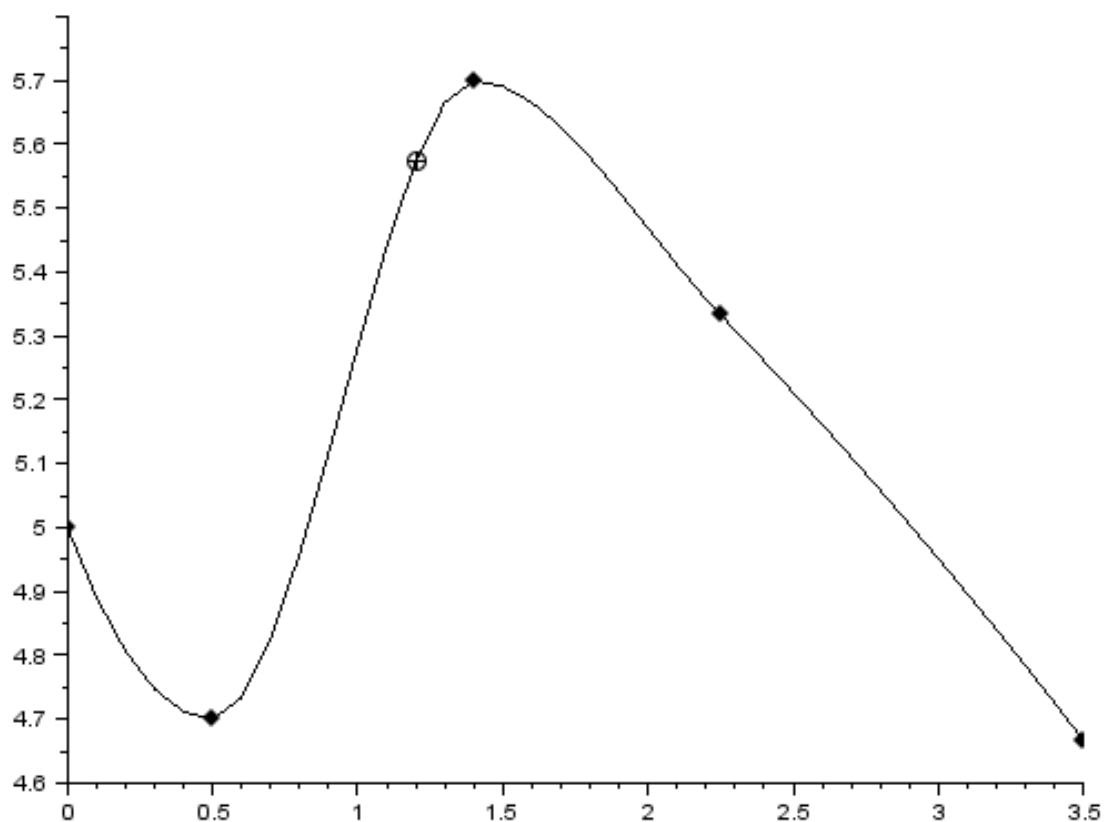


Рисунок 6 – График сплайна в режиме "Г"

Рисунок 6 – График сплайна в режиме "Г"				
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
		</		

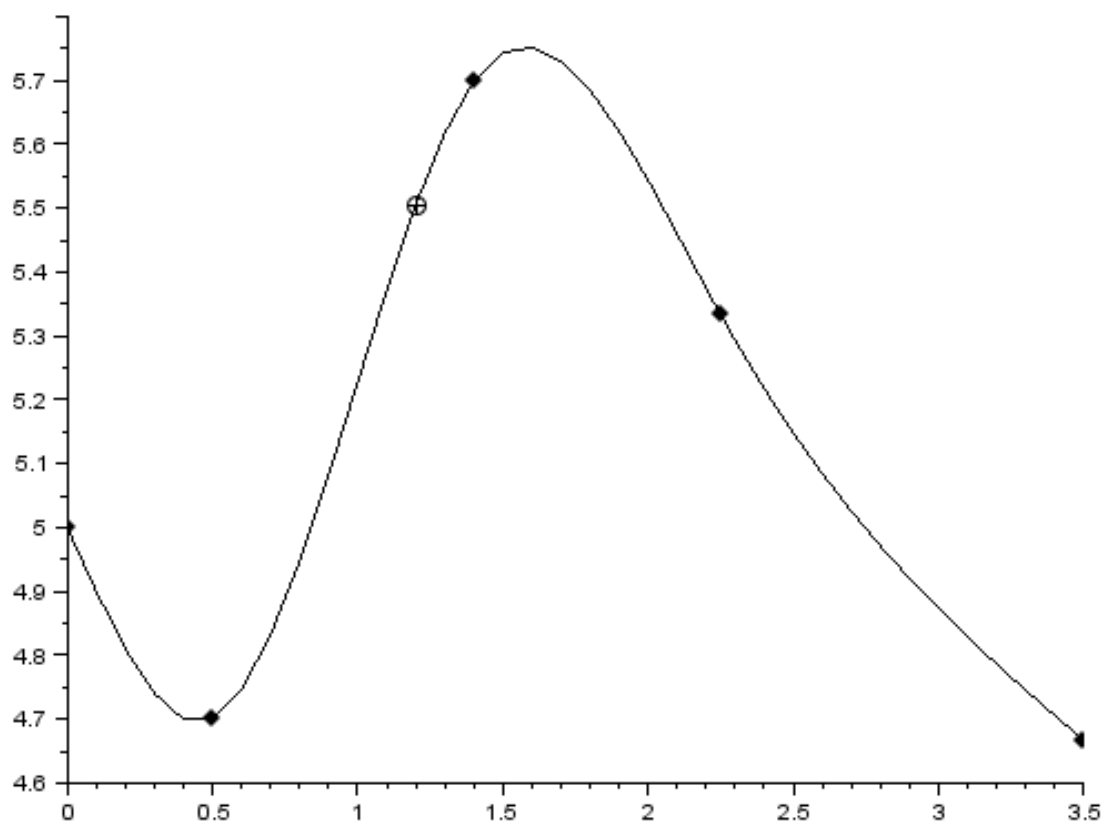


Рисунок 7 – График сплайна в режиме "д"

Рисунок 7 – График сплайна в режиме "д"				
Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата
	</			

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 =

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		Лист 77
Интв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Интв. дубл.	Подп. и дата		

- 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);

Инв. подл.	Подп. и дата		Инв. дубл.		Взам. инв.		Подп. и дата		Инв. подл.			
Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата						Лист		
										78		

```

-- >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];

```

Инв. подл.	Подп. и дата				Лист
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
Инв. подл.	Подп. и дата				79
	Инв. дубл.				
	Взам. инв.				
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	

<pre>-- >r=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];</pre>				
---	--	--	--	--

```

-- >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);

```

Инв. подл.	Подп. и дата		Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата	<div><div>— — >plot2d(X,Y,-3);</div><div>— — >t=0:0.1:3.5;</div><div>— — >ptd=interp(t,x,y,koeff);</div><div>— — >plot2d(t,ptd);</div><div>— — >ptd=interp(t,x,y,koeff);</div><div>— — >plot2d(t,ptd);</div></div>
						Лист
						80
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата		

4 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ

Требуется решить следующую задачу оптимального распределения неоднородных ресурсов. Пусть в распоряжении завода железобетонных изделий (ЖБИ) m видов сырья (песок, щебень, цемент) в объемах a_i . Требуется произвести продукцию n видов. Дана технологическая норма c_{ij} потребления отдельного i -го вида сырья для изготовления единицы продукции каждого j -го вида. Известна прибыль j получаемая от выпуска единицы продукции j -го вида. Требуется определить, какую продукцию и в каком количестве должен производить завод ЖБИ, чтобы получить максимальную прибыль.

Дано:

Используемые ресурсы a_i	Изготавливаемые изделия				Наличие ресурсов, a_i
	I_1	I_2	I_3	I_4	
Песок	9	5	2	9	18
Щебень	10	8	3	5	15
Цемент	9	9	1	8	20
Прибыль, P_j	40	60	20	25	

Условие задачи

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

Для решения задачи воспользуемся функций `lpsolve` : $[x,f] = \text{lpsolve}(c,A,b)$ где:

A – матрица значений технологической норм

b – вектор ограничений на объем используемого сырья

c – вектор значений целевой функции - прибыли (значения вектора положительны, так как данная функция решает задачу максимизации целевой функции)

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	Цемент	9	9	1	8	20
					Прибыль, Π_j	40	60	20	25	

Условие задачи

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.

Для решения задачи воспользуемся функций `lpsolve` : $[x,f] = \text{lpsolve}(c, A, b)$ где:

A – матрица значений технологической норм

b – вектор ограничений на объем используемого сырья

c – вектор значений целевой функции - прибыли (значения вектора положительны, так как данная функция решает задачу максимизации целевой функции)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

e – вектор, определяющий оператор отношения для ограничений ($, , =$)
 vlb – вектор, задающий нижнюю границу переменных решения
 $xint$ – вектор, задающий целочисленное ограничение на переменные
 x – вектор решения, доставляющий максимум целевой функции

Листинг проводимых расчётов в математическом пакете "Scilab":

```
A = [9, 5, 2, 9; 10, 8, 3, 5; 9, 9, 1, 8];
b = [18, 15, 20]';
c = [40, 60, 20, 25];
e = [-1, -1, -1];
vlb = [0, 0, 0];
xint = [1, 2, 3, 4];
x, f = lp_solve(c, A, b, e, vlb, [], xint)
x =
0.
1.
2.
0.
f =
100.
```

Таким образом, искомым целочисленным решением доставляющим максимум целевой функции является вектор $[0;1;2;0]$, а значением целевой функции отвечающему этому вектору, - 100. Для достижения максимальной прибыли в сто условных единиц предприятию необходимо произвести одну единицу изделия №2 и две единицы изделия №3.

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата						Лист
										82
					Изм	Лист	докум.	Подп.	Дата	

5 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Инв. подл.	Подп. и дата	Взам. инв.	Инв. дубл.	Подп. и дата						Лист
										83
										Изм