

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
 «ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

Кафедра робототехники и автоматизации производственных систем

Пояснительная записка
 к курсовой работе
 по дисциплине «Информатика»

Санкт-Петербург
 2018

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|----------|-------|------|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|------|------|--------|----|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Вариант N 32 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Разраб. | Веренёв А.А. | | | | Пояснительная записка к курсовой работе по дисциплине "Информатика" | | | | | Лит. | Лист | Листов | |
| | | | | | Пров. | Прокшин А.Н. | | | | | | | | | | | 1 | 24 |
| | | | | | Н. контр. | | | | | | | | | | | | | |
| Утв. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Содержание

1. Цель и тема курсовой работы
2. Задание на курсовую работу
3. Введение
4. Исследование функции
5. Исследование кубического сплайна
6. Задача оптимального распределения неоднородных ресурсов
7. Список литературы

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|------|
| Инь. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инь. № дубл. | Подп. и дата | Вариант N 32 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

1 ЦЕЛЬ И ТЕМА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

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

Тема курсовой работы: решение математических задач с использованием математического пакета «SciLab» и системы компьютерной алгебры «Reduce».

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Вариант N 32 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 3 |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

2 ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при решении различных как прикладных инженерных, так и чисто исследовательских задач, возникает необходимость в использовании широкого круга алгоритмов из множества разделов математики. Между тем самостоятельная реализация многих алгоритмов на некотором языке программирования может быть сложна и избыточна. Вследствие этого широкое распространение получили математические пакеты и системы компьютерной алгебры, такие как: MatLab, Octave, SciLab, Mathematica, Reduce, Maple, призванные избавить пользователя от рутинных процедур, предоставить удобный интерфейс взаимодействия с уже написанным программным кодом и быстрым созданием нового. К сожалению, некоторые из перечисленных выше математических пакетов, будучи коммерческими по природе, имеют пакетом SciLab и системой компьютерной алгебры Reduce.

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | <div style="text-align: right; padding-right: 20px;"> <i>Вариант N 32</i> </div> | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 4 |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

3 ЗАДАНИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

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

а) Решить уравнение $f(x)=g(x)$.

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

2. Найти коэффициенты кубического сплайна, интерполирующего данные, представленные в векторах:

$$V_x = [0, 0.5, 1.4, 2.25, 3.5] \quad V_y = [3.0, 2.7, 3.7, 3.333, 3.667]$$

Построить на графике функции $f(x)$, полученную после нахождения коэффициентов кубического сплайна.

Представить графическое изображение результатов интерполяции исходных данных различными методами с использованием встроенных функций

`splin(x,y,"natural")`, `splin(x,y,"clamped")`, `splin(x,y,"not_a_knot")`, `splin(x,y, "fast")`, `splin(x,y,"monotone")`, `interp(xx,x,y,d)`

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

| Используемые ресурсы, a_i | Изготавливаемые изделия | | | | Наличие ресурсов, a_i |
|-----------------------------|-------------------------|----|----|----|-------------------------|
| | И1 | И2 | И3 | И4 | |
| Трудовые | 4 | 4 | 4 | 6 | 14 |
| Материальные | 4 | 6 | 6 | 3 | 12 |
| Финансовые | 6 | 4 | 5 | 8 | 35 |
| Прибыль, Π_j | 40 | 55 | 35 | 25 | |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | <div style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">Вариант N 32</div> | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 5 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

4 РЕШЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИГАНОМЕТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ

Решение уравнение - поиск его корней

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

Для нахождения корней есть два пути - численный и аналитический

Численное решение.

Для нахождения численного решения воспользуемся функцией "fsolve".

Для начала построим график.

```
function y=h(x)
```

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

```
endfunction
```

```
plot(0:0.01:2*pi,h)
```

Полученный график изображен на Рис.1.

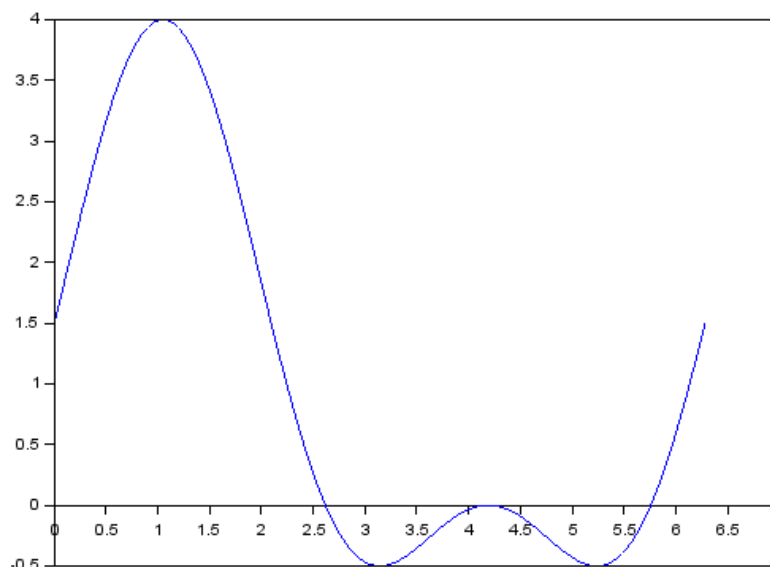


Рис 1. График функции h(x)

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|----------|-------|------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | | | | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | |

Рис 1. График функции $h(x)$

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--------------|------|
| | | | | | Вариант N 32 | Лист |
| | | | | | | 6 |

Изучив график, допустимо предположить наличие трех корней. Зададим приближенные значения и воспользуемся функцией "fsolve".

$x_0 = [2.6, 4.2, 5.6];$

$[x, v] = fsolve(x_0, h)$

```
--> x0=[2.6, 4.2, 5.6]
```

```
x0 =
```

```
2.6    4.2    5.6
```

```
--> [x,v]=fsolve(x0,g)
```

```
v =
```

```
-2.220D-16    0.    7.772D-16
```

```
x =
```

```
2.6179939    4.1887902    5.7595865
```

Корни функции $h(x)$

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--|--|--|--------------|--------------|--|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | | | | Инв. № дубл. | Подп. и дата | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Вариант N 32

Аналитическое решение.

Для отыскания аналитического решения воспользуемся функцией `solve` из системы компьютерной алгебры «WolframAlpha»:

Упростим данное уравнение, воспользовавшись двумя тригонометрическими тождествами:

$$\sin(x + y) = \sin(x)\cos(y) + \cos(x)\sin(y)$$

$$\cos(2x) = 1 - 2\sin^2(x)$$

$$\begin{aligned} & \sqrt{3}\sin(x) + \cos(x), g(x) - \cos(2x + \frac{\pi}{3}) + 1 \\ &= 2(\sin(x)\cos(\frac{\pi}{6}) + \cos(x)\sin(\frac{\pi}{6})) + 2\sin^2(x + \frac{\pi}{6}) \\ &= 2(\sin(x + \frac{\pi}{6}) + \sin^2(x + \frac{\pi}{6})) \end{aligned}$$

и получим тривиальное уравнение, эквивалентное исходному

$$2(\sin(x + \frac{\pi}{6}) + \sin^2(x + \frac{\pi}{6})) = 0$$

Применим к нему функцию solve:

`solve(2sin(x+pi/6)*(1+sin(x+pi/6)))`; и получим решение:

Input interpretation:

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| solve | $2 \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)\left(1 + \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)\right) = 0$ |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Results:

$$x = \pi \left(n - \frac{1}{6} \right) \text{ and } n \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{2}{3} \pi (3n - 1) \text{ and } n \in \mathbb{Z}$$

$$x = \frac{2}{3} \pi (3n + 2) \text{ and } n \in \mathbb{Z}$$

| | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--|
| | | | | | |
| Инва. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инва. № дубл. | Подп. и дата | |
| <p>solve(2sin(x+pi/6)*(1+sin(x+pi/6))); и получим решение:</p> <div style="background-color: #f0f8ff; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>Input interpretation:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; align-items: center;"> solve $2 \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right) \left(1 + \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)\right) = 0$ </div> </div> <hr/> <p>Results:</p> $x = \pi \left(n - \frac{1}{6}\right) \text{ and } n \in \mathbb{Z}$ <hr/> $x = \frac{2}{3} \pi (3n - 1) \text{ and } n \in \mathbb{Z}$ <hr/> $x = \frac{2}{3} \pi (3n + 2) \text{ and } n \in \mathbb{Z}$ <hr/> | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | |

Вариант N 32

Лист

8

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

1) Исследование на четность или нечетность. Если $f(-x) = f(x)$, то функция четная. Если $f(-x) = -f(x)$ - нечетная. Если функция не является четной или нечетной, то ее обычно называют - функцией общего вида.

```
--> x=-1
```

```
x =
```

```
-1.
```

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

```
p =
```

```
-0.4965694
```

```
--> x|
```

```
--> x=1
```

```
x =
```

```
1.
```

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

```
h =
```

```
3.9933209
```

$$x := -1$$

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

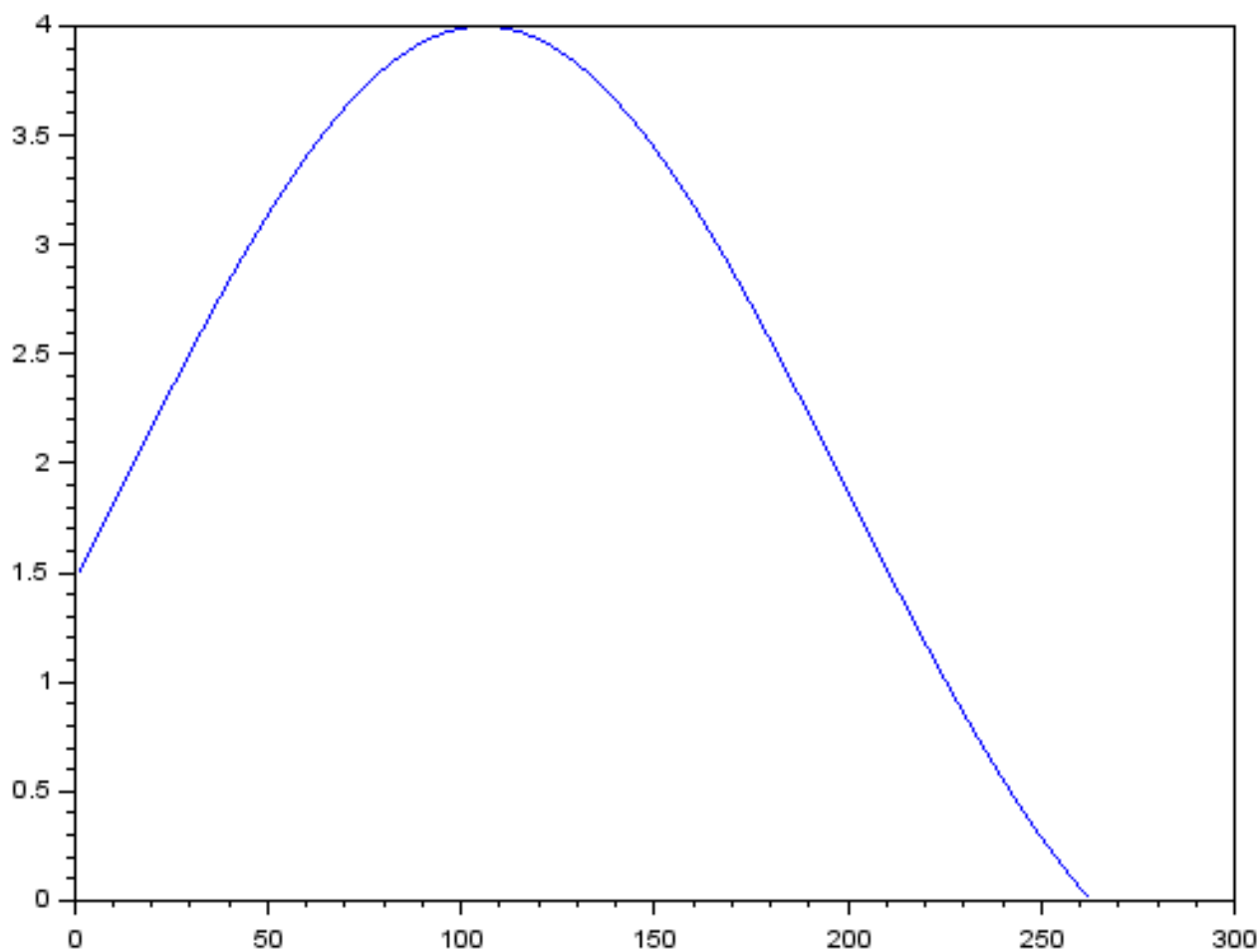
| | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Инв. № подл. |
| | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Вариант N 32 | | |
| | | | | | Лист | | |
| | | | | | 9 | | |

2) Построение графика исследуемой функции на промежутке $[0; \frac{5\pi}{6}]$

```
--> x=0:0.01:5/6*pi;
```

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

```
--> plot(y)
```



| | |
|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Инв. № дубл. |
| Подп. и дата | |
| Инв. № подл. | |

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

Вариант N 32

Лист

10

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 функция в данном случае изгибается один раз.

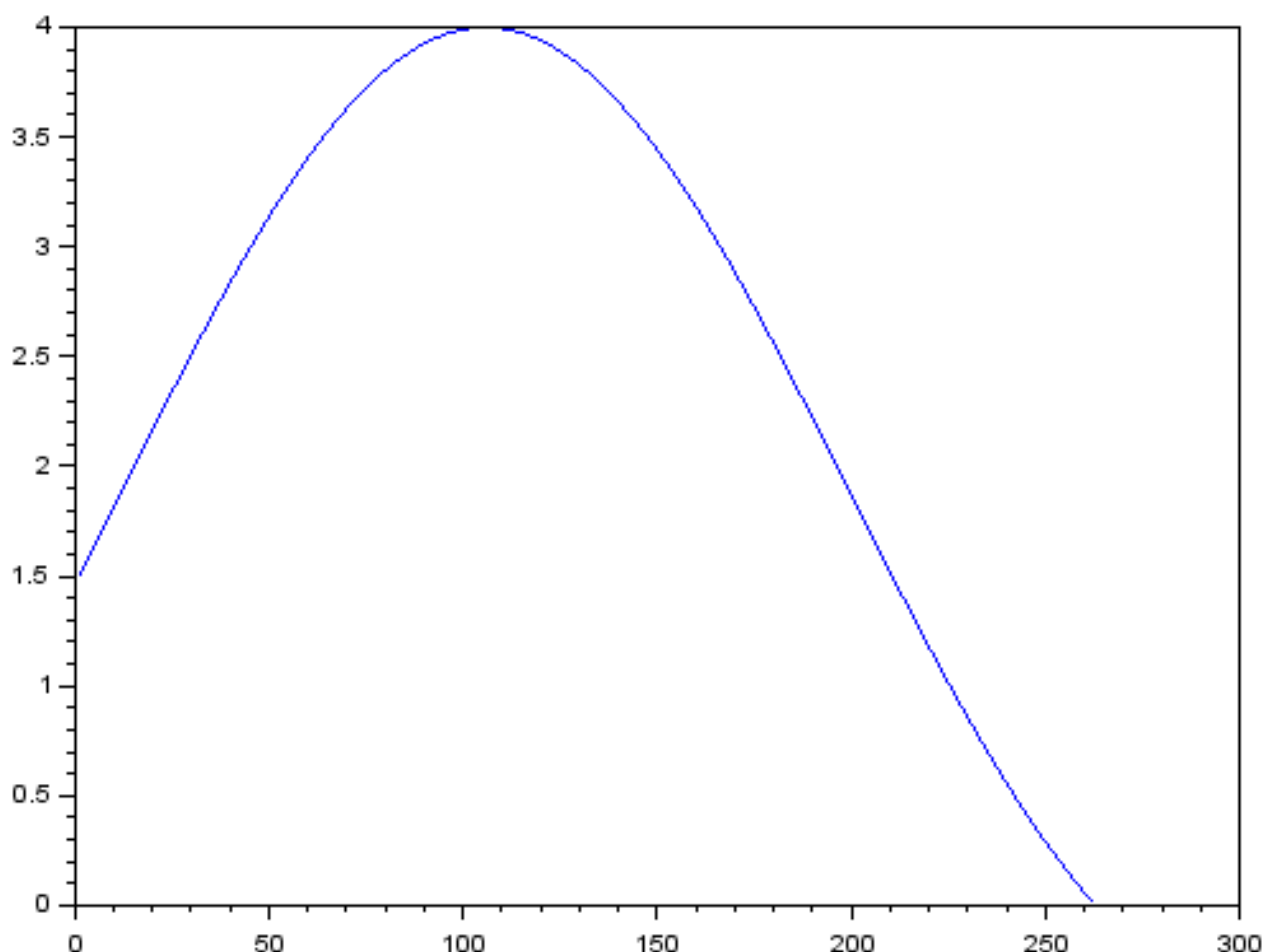
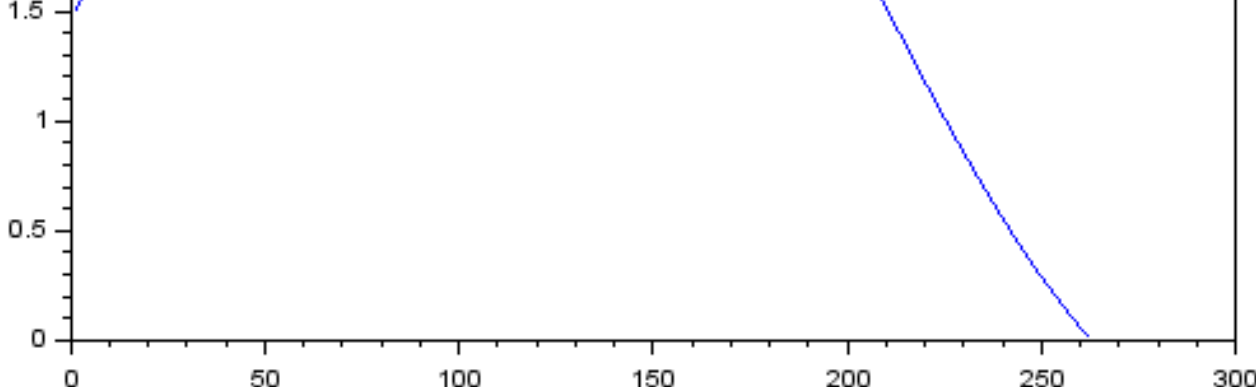


График функции $y=h(x)$

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 возрастает.

| | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |  | |
| | | | | | График функции $y=h(x)$ | |
| | | | | | 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. | |
| | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Вариант N 32 | Лист |
| | | | | | | 11 |

4) Точки перегиба

Для нахождения точек экстремума - необходимо взять вручную производную от данной функции.

$h''(x) = -\sqrt{3} * \sin(x) - \cos(x) + 4 * \cos(2 * x + \frac{\pi}{3})$ Из графика функции следует что на исследуемом промежутке $x = (0; 5)$, имеются две точки перегиба. Первая точка перегиба в районе значений $x = (0; 0, 2)$, вторая в районе значений $x = (2; 2.2)$

Основываясь на полученных результатах можно сказать, что функция:

- 1) Возрастает на $(0, \frac{\pi}{3})$
- 2) Убывает на $(\frac{\pi}{3}, 5\frac{\pi}{6})$
- 3) Область определения функции $h(x) \in R$.
- 4) Вертикальные и горизонтальные асимптоты отсутствуют.
- 5) функция является общей направленности.
- 6) Имеет глобальный максимум в точке $x = 0$
- 7) Имеет глобальный минимум в точке $x = 5\frac{\pi}{6}$
- 8) Точки перегиба $x=0.111$ и $x=1.193$

| | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--|--|--|--|------|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инов. № дубл. | Подп. и дата | Вариант N 32 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 12 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

5 ИССЛЕДОВАНИЕ КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА

5.0.1 Задания и исходные данные для решения

1. Найти коэффициенты кубического сплайна, интерполирующего данные, представленные в векторах \vec{V}_x и \vec{V}_y .

2. Построить на одном графике: функцию $f(x)$ и $f_1(x)$, полученную после нахождения коэффициентов кубического сплайна.

3. Представить графическое изображение результатов интерполяции исходных данных.

$$\vec{V}_x = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.5 \\ 1.4 \\ 2.25 \\ 3.5 \end{pmatrix}, \quad \vec{V}_y = \begin{pmatrix} 3 \\ 2.7 \\ 3.7 \\ 3.333 \\ 3.667 \end{pmatrix}$$

Необходимо оценить погрешность в точке $x = 2.4$. Вычислить значение функции в точке $x = 1.2$.

| | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--|--|--|--|------|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инов. № дубл. | Подп. и дата | Вариант N 32 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 13 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

5.0.2 Теория и вывод уравнения сплайна

Уравнение сплайна находится по пяти точкам

$$(x_1; y_1), (x_2; y_2), (x_3; y_3), (x_4; y_4), (x_5; y_5)$$

Представим сплайн полиномом третьей степени на каждом отрезке $[x_i, x_{i+1}]$.

$$F_i(x) = A_{i0} + A_{i1}x + A_{i2}x^2 + A_{i3}x^3, \quad (1)$$

$$x \in [x_i, x_{i+1}].$$

Найдем коэффициенты A_{ij} исходя из того, что в точках склейки функция не имеет разрывов, изломов и изгиб ее слева и справа совпадает.

На каждом из отрезков $[x_i, x_{i+1}]$ график $F_i(x)$ проходит через точки y_i, y_{i+1} .

$$y_i = A_{i0} + A_{i1}x_i + A_{i2}x_i^2 + A_{i3}x_i^3 \quad (2)$$

Получаем 8 уравнений:

$$\begin{aligned} y_1 &= A_{10} + A_{11}x_1 + A_{12}x_1^2 + A_{13}x_1^3 \\ y_2 &= A_{10} + A_{11}x_2 + A_{12}x_2^2 + A_{13}x_2^3 \\ y_2 &= A_{20} + A_{21}x_2 + A_{22}x_2^2 + A_{23}x_2^3 \\ y_3 &= A_{20} + A_{21}x_3 + A_{22}x_3^2 + A_{23}x_3^3 \\ y_3 &= A_{30} + A_{31}x_3 + A_{32}x_3^2 + A_{33}x_3^3 \\ y_4 &= A_{30} + A_{31}x_4 + A_{32}x_4^2 + A_{33}x_4^3 \\ y_4 &= A_{40} + A_{41}x_4 + A_{42}x_4^2 + A_{43}x_4^3 \\ y_5 &= A_{40} + A_{41}x_5 + A_{42}x_5^2 + A_{43}x_5^3 \end{aligned} \quad (3)$$

Производные первого порядка во внутренних точках x_i должны совпадать, т.е. производная слева

$$F'_i(x_i) = A_{i1} + 2A_{i2}x_i + 3A_{i3}x_i^2$$

должна быть равна производной справа

$$F'_{(i+1)}(x_i) = A_{(i+1)1} + 2A_{(i+1)2}x_i + 3A_{(i+1)3}x_i^2$$

| | | | | | | | | | |
|---------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|
| Инов. № дубл. | Инов. № | Взам. инв. № | Подп. и дата | Подп. и дата | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Инов. № подл. | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | |
| | | | | | Вариант N 32 | | | | |
| | | | | | Лист | | | | |
| | | | | | 14 | | | | |

Физический смысл равенства производных состоит в том, что в точках склейки у нас нет излома сплайна.

$$\begin{aligned} A_{11} + 2A_{12}x_2 + 3A_{13}x_2^2 &= A_{21} + 2A_{22}x_2 + 3A_{23}x_2^2 \\ A_{21} + 2A_{22}x_3 + 3A_{23}x_3^2 &= A_{31} + 2A_{32}x_3 + 3A_{33}x_3^2 \\ A_{31} + 2A_{32}x_4 + 3A_{33}x_4^2 &= A_{41} + 2A_{42}x_4 + 3A_{43}x_4^2 \end{aligned} \quad (4)$$

Производные второго порядка в точках склейки x_i должны совпадать, т.е. вторая производная слева

$$F_i''(x_i) = 2A_{i2} + 6A_{i3}x_i$$

должна быть равна второй производной справа

$$F_{(i+1)}''(x_i) = 2A_{(i+1)2} + 6A_{(i+1)3}x_i$$

Физический смысл равенства вторых производных состоит в том, что в точках склейки изгиб сплайна справа и слева должен быть одинаковым.

$$\begin{aligned} 2A_{12} + 6A_{13}x_2 &= 2A_{22} + 6A_{23}x_2 \\ 2A_{22} + 6A_{23}x_3 &= 2A_{32} + 6A_{33}x_3 \\ 2A_{32} + 6A_{33}x_4 &= 2A_{42} + 6A_{43}x_4 \end{aligned} \quad (5)$$

Еще два уравнения - из граничных условий в крайних точках x_1, x_n :

$$\begin{aligned} C_{11}F'x_1 + C_{12} + F''(x_1) &= C_{13} \\ C_{n1}F'n_1 + C_{n2} + F''(n_2) &= C_{n3} \end{aligned} \quad (6)$$

Найдем график сплайна в случае, когда концы сплайна оставлены свободными в граничных точках $(x_1, y_1), (x_5, y_5)$. Соответственно, уравнения имеют вид:

$$\begin{aligned} 2A_{12} + 6A_{13}x_1 &= 0 \\ 2A_{42} + 6A_{43}x_5 &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

В итоге - 16 уравнений для определения 16 коэффициентов A_{ij} .

| | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | $2A_{22} + 6A_{23}x_3 = 2A_{32} + 6A_{33}x_3$ | (5) | |
| | | | | | $2A_{32} + 6A_{33}x_4 = 2A_{42} + 6A_{43}x_4$ | | |
| | | | | | Еще два уравнения - из граничных условий в крайних точках x_1, x_n : | | |
| | | | | | $C_{11}F'x_1 + C_{12} + F''(x_1) = C_{13}$ | (6) | |
| | | | | | $C_{n1}F'n_1 + C_{n2} + F''(n_2) = C_{n3}$ | | |
| Найдем график сплайна в случае, когда концы сплайна оставлены свободными в граничных точках $(x1, y1), (x5, y5)$. Соответственно, уравнения имеют вид: | | | | | $2A_{12} + 6A_{13}x_1 = 0$ | (7) | |
| | | | | | $2A_{42} + 6A_{43}x_5 = 0$ | | |
| В итоге - 16 уравнений для определения 16 коэффициентов A_{ij} . | | | | | | | |
| | | | | | Вариант N 32 | | Лист |
| | | | | | | | 15 |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | |

$$\begin{pmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & x_1^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2x_2 & 3x_1^2 & 0 & -1 & -2x_2 & -3x_2^2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 6x_2 & 0 & 0 & -2 & -6x_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x_2 & x_2^2 & x_2^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x_3 & x_3^2 & x_3^3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2x_3 & 3x_3^2 & 0 & -1 & -2x_3 & -3x_3^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 6x_3 & 0 & 0 & -2 & -6x_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x_3 & x_3^2 & x_3^3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x_4 & x_4^2 & x_4^3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2x_4 & 3x_4^2 & 0 & -1 & -2x_4 & -3x_4^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 6x_4 & 0 & 0 & -2 & -6x_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x_4 & x_4^2 & x_4^3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & x_5 & x_5^2 & x_5^3 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 6x_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 6x_5 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} A_{10} \\ A_{11} \\ A_{12} \\ A_{13} \\ A_{20} \\ A_{21} \\ A_{22} \\ A_{23} \\ A_{30} \\ A_{31} \\ A_{32} \\ A_{33} \\ A_{40} \\ A_{41} \\ A_{42} \\ A_{43} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ 0 \\ y_2 \\ y_3 \\ 0 \\ 0 \\ y_3 \\ y_4 \\ 0 \\ 0 \\ y_4 \\ y_5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Коэффициенты A_{ij} :

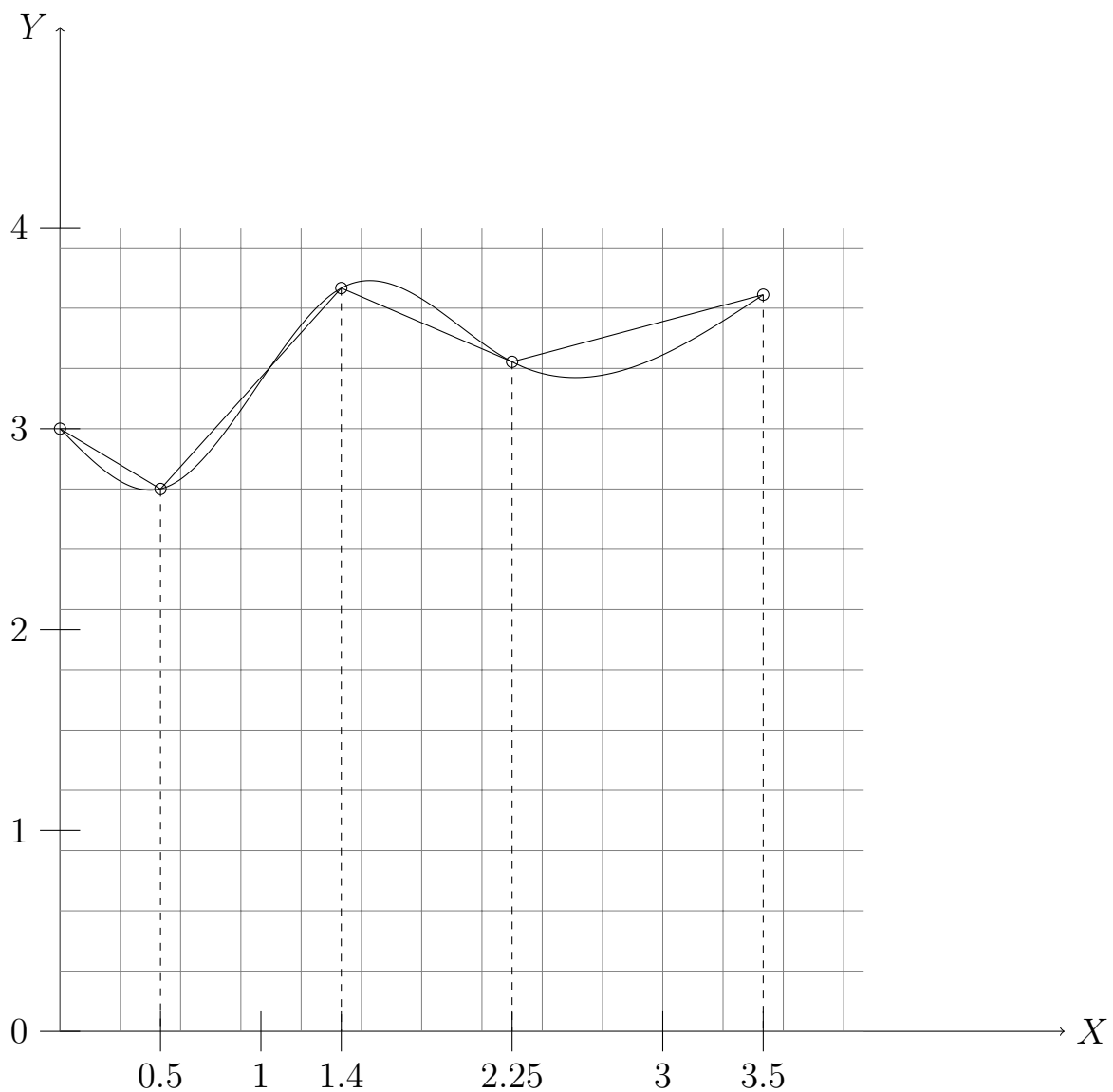
$$\begin{matrix} A_{10} \\ A_{11} \\ A_{12} \\ A_{13} \\ A_{20} \\ A_{21} \\ A_{22} \\ A_{23} \\ A_{30} \\ A_{31} \\ A_{32} \\ A_{33} \\ A_{40} \\ A_{41} \\ A_{42} \\ A_{43} \end{matrix} = \begin{matrix} 3 \\ -1.0237 \\ 0 \\ 1.6949 \\ 3.4317 \\ -3.6139 \\ 5.1803 \\ -1.7586 \\ -4.7853 \\ 13.9939 \\ -7.3967 \\ 1.2359 \\ 12.1651 \\ -8.6065 \\ 2.6479 \\ -0.2522 \end{matrix}$$

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инь. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инь. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Уравнение сплайна имеет вид:

$$F(x) = \begin{cases} F_1(x) = 1.69x^3 + 0.0x^2 - 1.0237x + 3, & \text{где } x \in [0, 0.5]; \\ F_2(x) = -1.7586x^3 + 5.1803x^2 - 3.6139x + 3.4317, & \text{где } x \in [0.5, 1.4]; \\ F_3(x) = 1.2359x^3 - 7.3967x^2 + 13.9939x - 4.7853, & \text{где } x \in [1.4, 2.25]; \\ F_4(x) = -0.2522x^3 + 2.6479x^2 - 8.6065x + 12.1651, & \text{где } x \in [2.25, 3.5] \end{cases}$$

График средствами ТЕХ:



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|----------|--|--|--------------|------|--------------|--|--------------|--|--|--|--------------|--|--|--|--|--|------|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | | | | Взам. инв. № | | | | Инв. № дубл. | | | | Подп. и дата | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | | | Подп. | Дата | Вариант N 32 | | | | | | | | | | | | Лист | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 17 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| | | | |

5.1 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 неизвестна 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.

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

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

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

$$h = |x_v - x_b|$$

$$F'1 = \frac{Y2-Y1}{X2-X1}; F'2 = \frac{Y3-Y2}{X3-X2}; F'3 = \frac{Y4-Y3}{X4-X3}; F'41 = \frac{Y5-Y4}{X5-X4};$$

$$F'1 = -0.6; F'2 = 1.1111; F'3 = -0.4318; F'4 = 0.2672;$$

$$F''1 = \frac{F'2-F'1}{X3-X1}; F''2 = \frac{F'3-F'2}{X4-X2}; F''3 = \frac{F'4-F'3}{X5-X3};$$

$$F''1 = 1.2222; F''2 = -0.86; F''3 = 0.3328;$$

$$F'''1 = \frac{F''2-F''1}{X4-X1}; F'''2 = \frac{F''3-F''2}{X5-X2};$$

$$F'''1 = -0.9351; F'''2 = 0.4048;$$

$$F''''1 = \frac{F'''2-F'''1}{X5-X1};$$

$$F''''1 = 0.3828;$$

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|------|
| Изн. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Изн. № дубл. | Подп. и дата | Вариант N 32 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 18 |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

5.2 Интерполяция встроенными методами.

В математическом пакете «SciLab» можно провести интерполяцию пользуясь парой команд:

```
d = splin(x,y,"method");
```

```
is = interp(xx,x,y,d);
```

Где $x = [x_1, x_1, \dots, x_{n-1}, x_1]$

y – значения функции в узлах интерполяции

is – значения интерполианта (кубического сплайна,

интерполирующего заданную функцию) вычисленные в точках xx .

"method" – параметр, отвечающий за граничное условие, налагаемое на интерполиант

Граничные условия, соответствующие различным параметрам:

1) "natural"-производные в точках x_1, x_n интерполианты равны нулю

2) "clamped"-явное задание производных в точках x_1, x_n

3) "not_a_knot"-третья производная слева и справа равна для точек x_2, x_{n-1}

4) "fast" – «быстрый» расчет сплайна на основе обычной интерполяции кубическим полиномом

5) "monotone" – на интервалах между узлами интерполяции интерполиант является монотонным

Для построения графиков интерполиантов, полученных различными методами будем применять код общего вида, подставляя нужный параметр:

```
xx=[0:0.01:3.5];
```

```
x=[0,0.5,1.4,2.25,3.5];
```

```
y=[3.0,2.7,3.7,3.333,3.667];
```

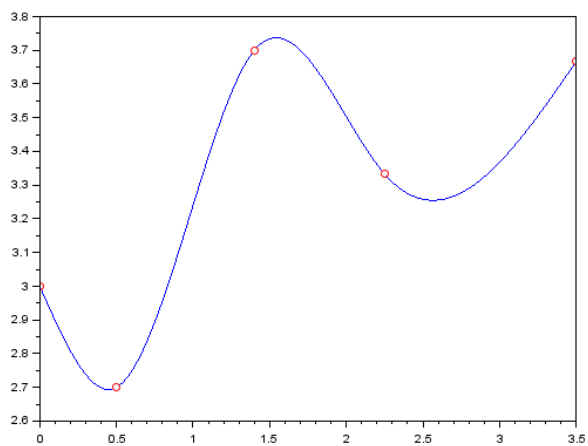
```
d=splin(x,y,"parameter");
```

```
is=interp(xx,x,y,d);
```

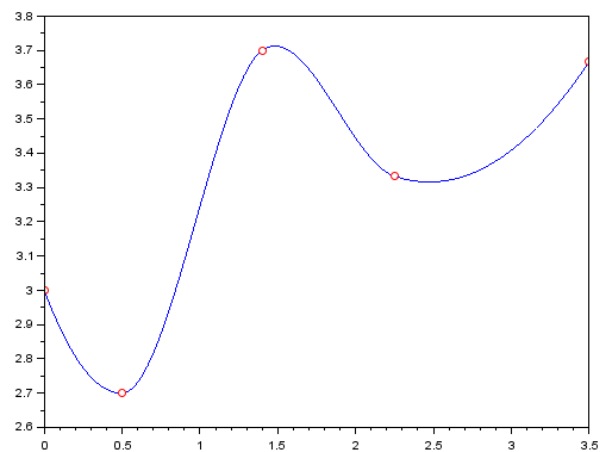
```
plot(xx,is);
```

```
plot(x,y,"red o");
```

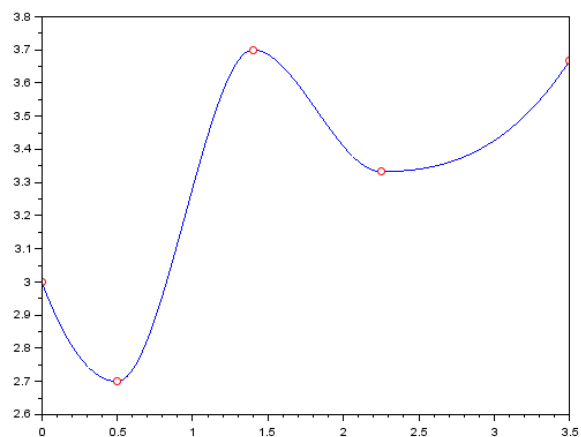
| | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инов. № дубл. | Подп. и дата | <div>Вариант N 32</div> | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 19 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |



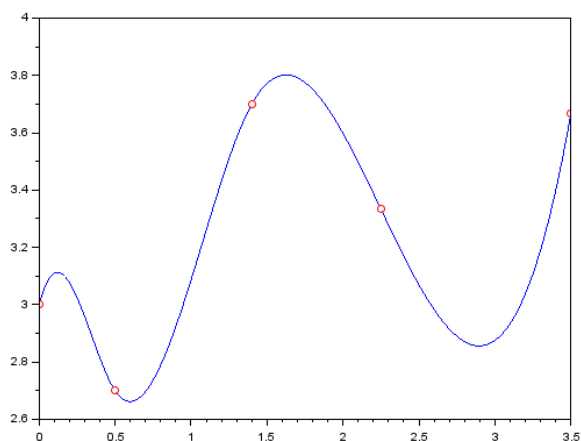
а)



б)



с)



д)

Рисунок 1 – а) Интерполянт, полученный с помощью "natural"

б) Интерполянт, полученный с помощью "fast"

с) Интерполянт, полученный с помощью "monotone"

д) Интерполянт, полученный с помощью "clamped" (2,3)

| | |
|--------------|--------------|
| Иув. № подл. | Подп. и дата |
| Взам. инв. № | Иув. № дубл. |
| Подп. и дата | |
| Иув. № подл. | |

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

Вариант N 32

Лист

20

6 ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ РЕСУРСОВ.

Требуется решить следующую задачу оптимального распределения неоднородных ресурсов. Пусть в распоряжении завода железобетонных изделий (ЖБИ) имеется 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 π_j получаема от выпуска единицы продукции j -го вида. Требуется определить, какую продукцию и в каком количестве должен производить завод ЖБИ, чтобы получить максимальную прибыль.

Исходные данные:

Таблица 1.10

| Используемые ресурсы a_i | Изготавливаемые изделия | | | | Наличие ресурсов, a_i |
|----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------------------------|
| | I_1 | I_2 | I_3 | I_4 | |
| Трудовые | 4 | 4 | 4 | 6 | 14 |
| Материальные | 4 | 6 | 6 | 3 | 12 |
| Финансовые | 6 | 4 | 5 | 8 | 35 |
| Прибыль, Π_j | 40 | 55 | 35 | 25 | |

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ив. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Вариант N 32 | | | | |
| Лист | | | | |
| 21 | | | | |

Листинг:

```
C=[4,4,4,6;4,6,6,3;6,4,5,8];
```

```
b=[14;12;35];
```

```
ci=[0;0;0;0];
```

```
cs=[];
```

```
p=[40;55;35;25];
```

```
x,lagr,f=linpro(-p,C,b,ci,cs);
```

```

40.
55.
35.
25.

-->[x,lagr,f]=linpro(-p,C,b,ci,cs)
f =

- 120.
lagr =

0.
- 5.
- 25.
- 5.
0.
10.
0.
x =

3.
0.
0.
0.

-->
  
```

Максимальная прибыль в размере 120 д.е. будет получена, если объем производства продукции П1 составит 3 ед.

| | | | | | |
|--------------|--------------|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | | | | <div><div><div>0.</div><div>x =</div><div>3.</div><div>0.</div><div>0.</div><div>0.</div></div><div>--></div></div> |
| | Инв. № дубл. | | | | |
| | Взам. инв. № | | | | |
| | Подп. и дата | | | | |
| | | | | | <p>Максимальная прибыль в размере 120 д.е. будет получена, если объем производства продукции П1 составит 3 ед.</p> |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | </ |

7 ВЫВОД:

В ходе работы, были привиты базовые навыки использования математических пакетов, улучшена вёрстка в ТЕХ'е. Исследованна функция, построен сплайн, решена экономическая задача.

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Вариант N 32 | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 23 |
| | | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | | | | |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Scilab: Решение инженерных и математических задач / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Е. А. Рудченко. — М. : ALT Linux ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 260 с. : ил. ; 8 с. цв. вклейки.— (Библиотека ALT Linux).
2. Андриевский А.Б., Андриевский Б.Р., Капитонов А.А., Фрадков А.Л. Решение инженерных задач в среде Scilab. Учебное пособие.— СПб.: НИУ ИТМО, 2013. — 97 с.
3. Решение задач оптимизации средствами Scilab и Excel : Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Математическая экономика» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост.: Л.М. Бакусов, О.В. Кондратьева - Уфа, 2011. - 33 с.
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Интерполяционный_многочлен_Лагранжа
5. Калиткин. Численные методы. М.,Мир, 1980.
6. Ю.С. Завьялов. Методы сплайн-функций. М.Наука, 1980.

| | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--|--|--|--|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инов. № дубл. | Подп. и дата | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Вариант N 32 | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | Лист | | | | |
| | | | | | 24 | | | | |