

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ.  
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
С ПРИМЕРАМИ**

Учебно-методическое пособие

Составители:  
О.И. Иванищева, Ю.Н. Прибытков

Воронеж  
Издательский дом ВГУ  
2019

## Содержание

1. Обработка экспериментальных данных в среде MathCAD .....	4
1.1 Интерполяция .....	4
1.1.1 Лабораторная работа №1. Линейная интерполяция .....	4
1.1.2 Лабораторная работа №2. Интерполяция кубическими сплайнами....	5
1.1.3 Лабораторная работа №3. Интерполяция В-сплайнами .....	6
1.1.4 Лабораторная работа №4. Двухмерная сплайн-интерполяция .....	7
1.2 Лабораторная работа №5. Экстраполяция.....	10
1.3 Регрессия.....	12
1.3.1 Лабораторная работа №6. Линейная регрессия .....	12
1.3.2 Лабораторная работа №7. Полиномиальная регрессия.....	13
1.3.3 Лабораторная работа №8. Многомерная полиномиальная регрессия .....	16
1.4 Лабораторная работа №9. Аппроксимация элементарными функциями .....	17
1.5 Лабораторная работа №10. Аппроксимация функциями, заданными пользователем.....	20
1.6 Оценка точности аппроксимирующей функции.....	22
2. Вопросы для самопроверки.....	25
Литература .....	27

- Построить кубические сплайны, используя функции
  - `lspline(vx,vy)`,
  - `plspline(vx,vy)`,
  - `cspline(vx,vy)`
- Сравнить результаты интерполяции
- Пример построения кубического сплайна представлен на рис.3.

### 1.1.2. Интерполяция В-сплайнами

#### Лабораторная работа №3.

**Задание .** 1) Построить интерполяционную кривую для выбранных массивов экспериментальных данных, используя функцию `bspline(vx,vy,u,n)`. Ее аргументы `vx,vy` - векторы, содержащие координаты экспериментальных точек, `u`- вектор с координатами точек сшивки, `n`- порядок интерполирующих полиномов.

2) Сравнить результаты интерполяции В-сплайнами и кубическими сплайнами.

#### Порядок выполнения:

- Провести сортировку элементов массивов экспериментальных данных
- Выбрать порядок интерполирующего полинома `n` (1,2,3)
- Определить точки сшивки и создать вектор `u`
- Обратится к функции В- сплайн и получить первый аргумент `v1`
- функции `interp(v1 vx vy, x)`
- Обратиться к функции `lspline(vx,vy)` и получить первый аргумент функции `interp(v2, vx, vy, x)`
- Построить интерполяционные кривые на одной сетке
- Сравнить результаты.
- Пример представлен на рис.4.

*Замечание. Пользоваться B-сплайнами следует в тех случаях, когда не удастся получить удовлетворительный результат с помощью кубического сплайна, так как подбор точек сшивки может потребовать больших затрат времени и не привести к хорошему результату*

$$\begin{aligned}
 vx &:= \begin{pmatrix} 8.776 \\ 2.741 \\ 10.92 \\ 3.956 \\ 2.517 \end{pmatrix} & vy &:= \begin{pmatrix} 14.09 \\ 9.349 \\ 16.192 \\ 10.385 \\ 7.899 \end{pmatrix} \\
 V &:= \text{augment}(vx, vy) \\
 W &:= \text{csort}(V, 0) & vx &:= W^{(0)} & vy &:= W^{(1)} \\
 vx &= \begin{pmatrix} 2.517 \\ 2.741 \\ 3.956 \\ 8.776 \\ 10.92 \end{pmatrix} & vy &= \begin{pmatrix} 7.899 \\ 9.349 \\ 10.385 \\ 14.09 \\ 16.192 \end{pmatrix} \\
 f(x) &:= \text{linterp}(vx, vy, x)
 \end{aligned}$$

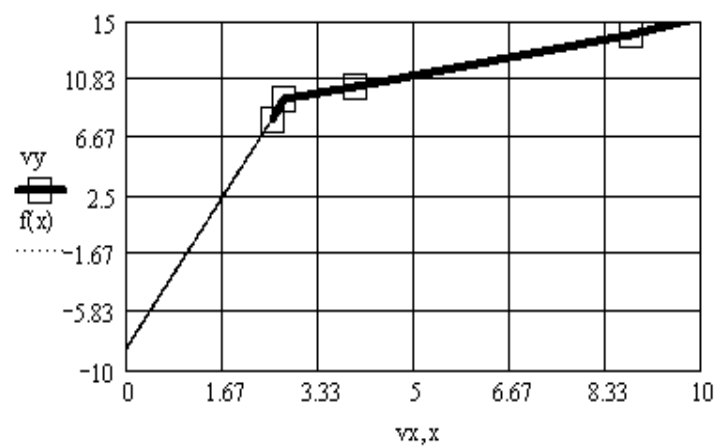


Рис.2. Линейная интерполяция.

### 1.1.4. Двухмерная сплайн-интерполяция.

Лабораторная работа №4.

**Задание.** Построить интерполяционную поверхность для экспериментальных зависимостей, представленных в виде функции двух переменных. Использовать функции lspline, plspline, cspline и interp.

$$\begin{aligned}
 vx &:= \begin{pmatrix} 6.976 \\ 2.741 \\ 9.92 \\ 3.656 \\ 2.407 \end{pmatrix} & vy &:= \begin{pmatrix} 14.09 \\ 9.349 \\ 16.192 \\ 10.385 \\ 7.899 \end{pmatrix} \\
 V &:= \text{augment}(vx, vy) \\
 W &:= \text{csort}(V, 0) & vx &:= W^{(0)} & vy &:= W^{(1)} \\
 vx &= \begin{pmatrix} 2.407 \\ 2.741 \\ 3.656 \\ 6.976 \\ 9.92 \end{pmatrix} & vy &= \begin{pmatrix} 7.899 \\ 9.349 \\ 10.385 \\ 14.09 \\ 16.192 \end{pmatrix} & & +
 \end{aligned}$$

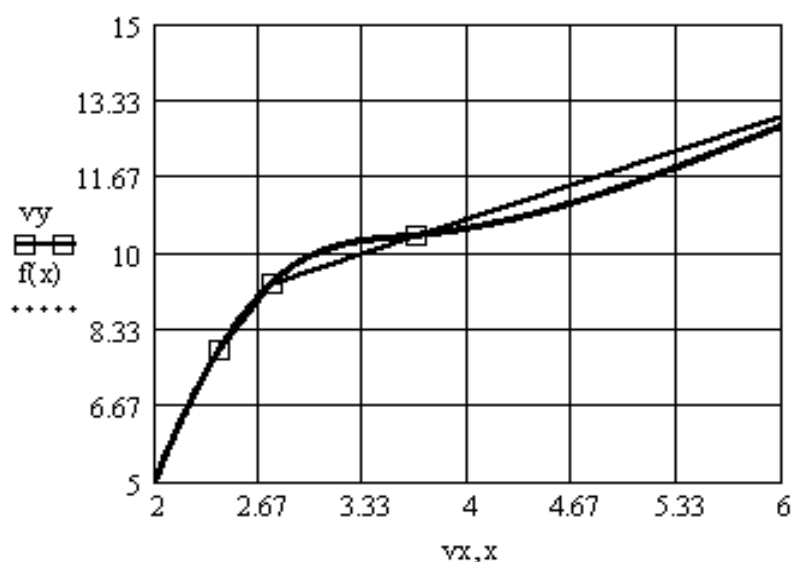


Рис.3 Пример построения кубического сплайна.

**Порядок выполнения.** Так как интерполяционная поверхность может быть построена только в случае, когда значения заданы в узлах прямоугольной сетки, то следует:

- Представить экспериментальные данные в виде квадратной матрицы  $V$  размерности  $n$ .
- Создать матрицу  $A$  из двух столбцов и  $n$  строк. Каждый столбец матрицы  $A$  задает положение линий сетки по одной из координат.

$$vx := \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.111 \\ 0.125 \\ 0.13 \\ 0.155 \\ 0.235 \\ 0.25 \end{pmatrix} \quad vy := \begin{pmatrix} -2.417 \\ 0.848 \\ 4.924 \\ 0 \\ 5.074 \\ 5.051 \\ -0.012 \end{pmatrix} \quad u := \begin{pmatrix} 0.09 \\ 0.12 \\ 0.127 \\ 0.134 \\ 0.23 \\ 0.26 \end{pmatrix}$$

$$vx^T = (0.2, 0.121, 0.126, 0.23, 0.155, 0.235, 0.25)$$

$$vy^T = (-2.417, 0.848, 4.924, 0, 5.074, 5.051, -1.012)$$

$$u^T = (0.09, 0.12, 0.127, 0.134, 0.23, 0.26)$$

$$v1 := \text{bspline}(vx, vy, u, 2)$$

$$g(x) := \text{interp}(v1, vx, vy, x)$$

$$v2 := \text{lspline}(vx, vy)$$

$$f(x) := \text{interp}(v2, vx, vy, x)$$

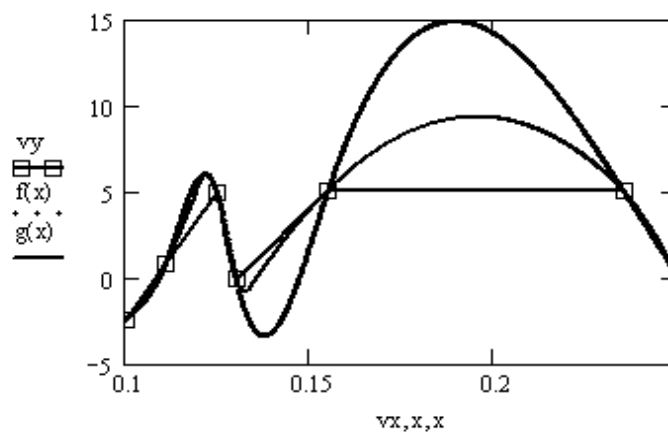


Рис.4. Результаты интерполяции с помощью кубического и В-сплайна.

- Воспользоваться одной из функций `lspline(A,B)`, `plspline(A,B)`, `cspline(A,B)` и получить вектор  $v$  -первый аргумент функции `interp(v,A,B,w)`. Здесь  $w = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$  и  $x, y$ - значения координат узлов сетки.
- Воспользоваться функцией `interp`  $(v, A, B, \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix})$  для вычисления значений интерполяционной поверхности в точках с координатами  $(x,y)$ .

***Замечание.** Элементы матрицы  $A$  не обязательно задавать с одинаковым интервалом. Но они обязательно должны располагаться в порядке возрастания*

## 1.2.Экстраполяция.

Лабораторная работа №5.

**Задание.** Провести экстраполяцию одномерной экспериментальной зависимости.

### Порядок выполнения.

- Создать вектор  $v$  экспериментальных значений функции , распределяя точки равномерно.
- Выбрать величину  $m$ , указывающую количество элементов вектора  $v$ , ближайших к правой границе.
- Указать величину  $n$ - количество точек на промежутке экстраполяции.
- Получить вектор, задающий значения функции справа от границы экспериментальных данных в  $n$  точках. Для этого обратиться к встроенной функции `predict(v,m,n)`.
- Сравнить результаты экстраполяции с помощью функции `predict(v,m,n)` и кубического сплайна.