

УДК 378.14

ИНТЕРАКТИВНЫЙ ОБУЧАЮЩИЙ ДОКУМЕНТ НА ТЕМУ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Фомин А.К., Часов К.В.

*Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Армавир,
e-mail: fomin.sasha.00@bk.ru, chasov_kv@mail.ru*

Статистическая обработка данных применяется во многих областях науки и общества – это и технические науки, и экономика, социология, менеджмент и др. Будущие специалисты должны уметь выявлять взаимосвязи и закономерности в производственных и экспериментальных данных. Способы и методы обработки экспериментальных данных изучаются в теме приближённых вычислений дисциплины «высшая математика» и численных методов дисциплины «специальные главы математики». Студентам предлагается составить интерактивный обучающий документ по обработке экспериментальных данных, в котором моделируется вполне возможная ситуация на производстве в ходе испытания некоторого электротехнического устройства. Само наполнение обучающего документа, т.е. содержание учебного материала, стандартно, но организация этого материала в виде интерактивного обучающего документа является новым подходом к изучению учебного материала в активной и интерактивной формах.

Ключевые слова: математическая среда MathCAD, интерактивный обучающий документ, активная и интерактивная формы обучения, статистическая обработка данных

INTERACTIVE TRAINING DOCUMENT ON STATISTICAL DATA PROCESSING

Fomin A.K., Chasov K.V.

*Armavir Institute of Mechanics and Technology, the branch of Kuban State University of Technology,
Armavir; e-mail: fomin.sasha.00@bk.ru, chasov_kv@mail.ru*

Statistical processing of data is used in many fields of science and society: technical sciences, economics, sociology, management, etc. Future specialists should be able to identify relationships and patterns in production and experimental data. Methods and methods for processing experimental data are studied in the topic of approximate calculations of the discipline «higher mathematics» and numerical methods of the discipline «special chapters of mathematics.» Students are encouraged to compile an interactive training document on the processing of experimental data, in which a completely possible situation is simulated in the course of testing a certain electrical device. The very content of the training document, i.e. The content of the teaching material is standard, but the organization of this material in the form of an interactive training document is a new approach to the study of educational material in an active and interactive form.

Keywords: mathematical environment MathCAD, interactive training document, active and interactive forms of training, statistical data processing

Статистическая обработка данных применяется во многих областях науки и общества – это и технические науки, и экономика, социология, менеджмент и др. Будущие специалисты должны уметь выявлять взаимосвязи и закономерности в производственных и экспериментальных данных. В информационной образовательной среде (ИОС) кафедры должны размещаться не только общенаучные учебные материалы, но и имеющие отношение к избранной профессии, в частности в области электроэнергетики и электротехники. Авторы предлагают в настоящей статье фрагмент интерактивного обучающего документа по обработке экспериментальных данных, в котором моделируется вполне вероятная ситуация на производстве в ходе испытания некоторого электротехнического устройства ([2–4]).

Во время изучения вопросов приближённых вычислений по дисциплине «выс-

шая математика» и численных методов дисциплины «специальные главы математики» нами изучаются способы и методы обработки экспериментальных данных. Мы подготовили документ, в котором раскрывается теоретическая и практическая стороны задачи ([1]).

В начале этого документа приводится схема некоторого устройства с входным x и выходным y сигналами. При этом неизвестно, какой функциональной зависимостью связаны указанные величины. Ставится задача получить эту функциональную зависимость $y = \varphi(x)$, используя экспериментальные данные, полученные в ходе эксперимента.

Экспериментальные данные получаем: (x_i, y_i) , где $i = 1..n$. Из теории известно, что через точки можно провести кривую, задаваемую многочленом $(n-1)$ -й степени, называемым *интерполяционным*. Интерпо-

ляция может неверно отображать ситуацию из-за случайных ошибок измерения и влияния на измерения значений y_i помех и шумов в устройстве.

Задача получения кривой (называемой *аппроксимирующей*) мало зависящей от случайных ошибок есть *сглаживание* (*аппроксимация*) экспериментальной зависимости.

Решение задачи проводим методом *наименьших квадратов*. Экспериментальные точки наносятся на координатную плоскость, приблизительно оценивается, к какому классу функций относится искомая функция. Будет ли это линейная функция $\varphi(x) = a_0 + a_1x$, квадратичная $\varphi(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$ и вообще, функция вида: $\varphi(x) = \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m)$.

В последней функции неизвестные параметры a_0, a_1, \dots, a_m определим с помощью минимизации вспомогательной функции

$$F(a_0, a_1, \dots, a_m) = \sum_{i=1}^n (y_i - \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m))^2 \rightarrow \min.$$

Обозначим величину $F(a_0, a_1, \dots, a_m) = \delta$, которую назывём суммарной *невязкой*.

Из курса высшей математики известно, что необходимым условием минимума функции нескольких переменных является

обращение в нуль частных производных этой функции (невязки). Находим частные производные невязки (система из m равенств).

$$\frac{\partial F(a_0, a_1, \dots, a_m)}{\partial a_j} = -2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m)) \frac{\partial \varphi}{\partial a_j},$$

где $j = 0, 1, \dots, m$.

Приравняем найденные частные производные нулю.

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \varphi(x, a_0, a_1, \dots, a_m)) \frac{\partial \varphi}{\partial a_j} = 0,$$

где $j = 0, 1, \dots, m$.

Решая систему уравнений, находим неизвестные параметры a_0, a_1, \dots, a_m , что полностью определяет искомую функцию.

Приведённое выше – очень краткое изложение теоретического материала использования метода наименьших квадратов для аппроксимации экспериментальных данных.

Рассмотрим задачу: получить функцию аппроксимирующую экспериментальную зависимость. Задано семь пар значений вида (x_i, y_i) . Запишем базу данных экспериментальных точек в математической среде MathCAD.

```
ORIGIN := 1      n := 7      i := 1..n
x1 := 1    x2 := 2.1  x3 := 3.2  x4 := 4    x5 := 5    x6 := 6.2  x7 := 7
y1 := 6.2  y2 := 5.6  y3 := 5    y4 := 4.5  y5 := 4.2  y6 := 3.8  y7 := 3.5
```

Значения переменных x_i и y_i заданы в виде двух векторов с одинаковым количеством элементов (по семь), над которыми производятся вычисления.

$$\begin{aligned} x1 &:= \sum_i x_i & x2 &:= \sum_i (x_i)^2 & xy &:= \sum_i x_i \cdot y_i & y1 &:= \sum_i y_i \\ x3 &:= \sum_i (x_i)^3 & x4 &:= \sum_i (x_i)^4 & x2y &:= \sum_i (x_i)^2 \cdot y_i \end{aligned}$$

Именно по этим формулам и происходит расчёт неизвестных коэффициентов вспомогательной функции с использованием вычислительного блока Given ... Find.

```
a := 1    b := 1    c := 1
Given
a · x4 + b · x3 + c · x2 = x2y
a · x3 + b · x2 + c · x1 = xy
a · x2 + b · x1 + c · n = y1
s := Find(a, b, c)
```

Т.к. в переменную s записан вектор, то увидим его содержимое и используем для получения аппроксимирующей функции.

$$s = \begin{pmatrix} 0.031 \\ -0.697 \\ 6.885 \end{pmatrix}$$

$$a := s_1 \quad a = 0.031 \quad c := s_3 \quad c = 6.885$$

$$b := s_2 \quad b = -0.697$$

$$f(t) := a \cdot t^2 + b \cdot t + c$$

Выведем график на экран компьютера (рисунок).

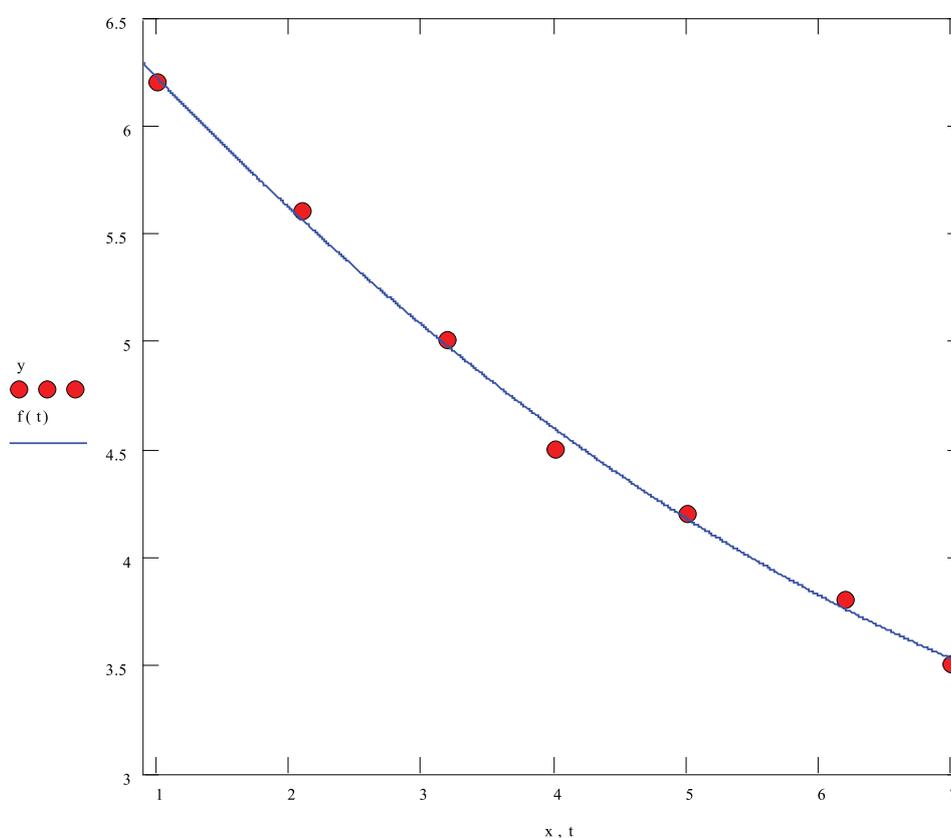


График аппроксимирующей кривой по экспериментальным точкам

И становится очевидным, что аппроксимация квадратичной функцией очень хорошо описывает экспериментальные точки. Тем более что невязка достаточно малая.

$$\delta := \sum_i (y_i - f(x_i))^2 \quad \delta = 0,015.$$

Составленный интерактивный обучающий документ позволяет в активной и интерактивной формах изучать представленный учебный материал ([5]). При этом у студента

может создаться впечатление, что совсем не обязательно вникать в доказательство вполне определённых математических формул, некоторых теоретических фактов. Но ведь математическое мышление не может быть заменено программой. Для того, чтобы студент мог подготовить соответствующий интерактивный обучающий документ, ему придётся предварительно изучить учебный материал, пропустить его через себя. Тем самым освоение учебного материала проходит в актив-

ной и интерактивной формах. Все изученные понятия, формулы и зависимости при таком обучении становятся «достоянием» долговременной памяти обучающихся, т.к. будущему специалисту нужно чётко представлять, почему применяется та или иная формула. Это очень хорошо видно из представленного интерактивного обучающего документа.

Список литературы

1. Вандина А.И., Часов К.В. Использование в образовательной среде кафедры учебных пособий нового типа // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 7-1. – С. 98-100.

2. Горовенко Л.А. Создание электронного учебно-методического комплекса дисциплины как один из методов

перехода от традиционной методики обучения к обучению, основанному на самостоятельной работе студента // Инновационные процессы в высшей школе: материалы XV юбилейной Всероссийской научно-практической конференции – Краснодар: Изд. ГОУ ВПО КубГТУ, 2009. – С. 211-213.

3. Горовенко Л.А. Экспертная оценка электронного программно-методического комплекса // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2014. – № 54. – С. 355-361.

4. Смольняков И.М., Часов К.В. Формирование НИР студентов посредством информационной образовательной среды // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 7-1. – С. 105-106.

5. Часов К.В. К вопросу об интерактивности в обучении // VIII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании». – Варна, Болгария, 2012. Международный научный журнал Acta Universitatis Pontica Euxinus – № S1. 2012. – С. 344-346.