ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 203 1974

ВЫБОР ВИДА И НАХОЖДЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ НА ЭЦВМ «МИНСК-I»

Г. Л. КАЛИНИЧЕНКО

(Представлена научным семинаром УВЛ ТПИ)

Исследуя то или иное физическое явление, инженер получает некоторую функциональную зависимость между двумя величинами, выраженную в виде таблицы значений или в виде графика на осциллографе или каком-нибудь другом приборе. Возникает задача — найти для данной функциональной зависимости аналитическое выражение, заданное обычно в виде многочлена или другими простейшими элементарными функциями, т. е. получить эмпирическую формулу, значения которой при данных значениях аргумента, возможно, мало отличались бы от опытных данных.

Известно, что построение эмпирической формулы слагается из двух этапов: 1) выяснение общего вида формулы, 2) определение наилучших параметров этой формулы.

Хотя эти вопросы подробно разработаны в специальной литературе, для инженера эти задачи представляют известные трудности, связанные чаще всего с большим объемом вычислений. В данной статье приводятся основные понятия о выборе вида эмпирических формул, коротко о методе вычисления параметров эмпирической формулы. Описывается блок-схема программы выбора вида и параметров эмпирической формулы и нахождения отклонений в каждой точке от значений, найденных по выбранной формуле.

Параметры эмпирической формулы находятся методом наименьших квадратов.

Выбор вида эмпирической формулы с двумя параметрами

Для таблично заданной монотонной функции эмпирическую формулу находим из следующих семи видов:

1. $y=ax+b;$

$$2.\ y=xa^b;\ 3.\ y=a\cdot b^x;\ 4.\ y=a+\frac{b}{x};\ 5.\ y=\frac{1}{ax+b};\quad\quad (\mathrm{I})$$

$$6.\ y=\frac{x}{ax+b};\ 7.\ y=a\cdot\ln x+b-$$

по следующему алгоритму.

Из таблицы заданной функции для крайних значений независимого переменного и зависимого переменного находим среднее арифметическое, среднее геометрическое и среднее гармоническое по формулам

$$\bar{x}_1=\frac{x_2+x_n}{2};\quad \bar{x}_2=\sqrt{x_1\,x_n};\quad \bar{x}_3=\frac{2x_1x_n}{x_1+x_n};$$
$$\bar{y}_1=\frac{y_1+y_n}{2};\quad \bar{y}_2=\sqrt{y_1\,y_n};\quad \bar{y}_3=\frac{2y_1y_n}{y_1+y_n}. \qquad (II)$$

Затем для каждого $\bar{x}_i$ $i=1, 2, 3$, по формуле линейной интерполяции

$$y(\bar{x}_i)=y_k+\frac{y_{k+1}-y_k}{x_{k+1}-x_k}(\bar{x}_i-x_k), \qquad (III)$$

где $x_к$ и $x_{к+1}$ — промежуточные значения, между которыми содержится $\bar{x}_i(x_к-\bar{x}_i<x_{к+1})$.

Если бы значения табличной функции в точности находились по одной из вышеперечисленных формул, то выполнились бы следующие равенства.

Для линейной функции — $\bar{y}_1=y(\bar{x}_1)$; для степенной — $\bar{y}_2=y(\bar{x}_2)$; для показательной — $\bar{y}_2=y(\bar{x}_1)$; для логарифмической — $\bar{y}_1=y(\bar{x}_2)$; для функции 4. — $\bar{y}_2=y(\bar{x}_1)$; для функции 5. — $\bar{y}_3=y(\bar{x}_1)$; для функции 6. —

$$\bar{y}_3=y(\bar{x}_3). \qquad (IV)$$

Так как каждая из этих функций описывает табличную функцию приближенно, то равенства будут приближенными. Мы выбираем ту эмпирическую формулу, для которой будет наиболее точное приближенное равенство. Для этого предварительно находим модули абсолютных погрешностей приближенных равенств.

Затем выбранная формула при помощи соответствующих подстановок линеаризуется. Для этой прямой в криволинейных координатах методом наименьших квадратов находятся ее параметры. Затем находим параметры соответствующей кривой в первоначальной системе координат.

Краткое описание блок-схемы программы

1. Перевод чисел из 10 системы счисления в двоичную.
2. Находятся $\bar{x}_i$ и $\bar{y}_i$ по формулам II).
3. Вычисляются $y(\bar{x}_i)$ по формуле III).
4. Составляются модули абсолютных погрешностей приближенных равенств IV).
5. Находится наименьший модуль абсолютной погрешности.
6. Устанавливается, какой функции соответствует наименьший модуль абсолютной погрешности, и печатается соответствующий номер этой функции.
7. Выбранная функция линеаризуется.
8. Находятся параметры этой функции по специальной СП.
9. Вычисляется значение функции по найденной формуле.
10. По специальной СП печатаются значения функции по найденной формуле и соответствующее отклонение.
11. В конце печатается среднее арифметическое отклонение и сумма квадратов отклонений.
12. Управление передается на 5, где находится наименьший модуль абсолютной погрешности оставшихся 6 функций и снова выполняется 6, 7, 8, 9, 10, 11. После чего останов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. «Численные методы анализа». ИФМЛ, 1962.

2. В. М. Савенков, В. В. Шураков. «Программирование для ЭЦВМ «Минск-1». Изд. Высшая школа, М., 1964.

3. В. А. Мальцев. «Интерпретирующая система для ЦВМ «Минск-1». Изв. ТПИ, том 187. Труды вычислительной лаборатории. Изд. ТГУ, 1974.