

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

И.В. Савин, В.А. Соколов, И.И. Дивнов,
Н.И. Зотов

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ОСЦИЛЛОГРАММ

(Москва)

В докладе рассматриваются вопросы автоматизации обработки экспериментальной информации, полученной в виде осциллограмм, с целью повышения точности и сокращения времени обработки экспериментов.

Входная информация представляет собой временную развертку исследуемых сигналов, зафиксированную на фотопленке. Каждая из обрабатываемых осциллограмм содержит три кривые: $y_1(t)$ - основной сигнал, $y_2(t)$ - калибровочный сигнал, $y_3(t)$ - нулевую линию и сопровождается метками времени, характеризующими длительность развертки.

Исходные кривые преобразуются в цифровую форму на полуавтоматической установке "Д-МАК". Получаемая перфолента содержит последовательность координат (x, y) дискретных точек кривых в коде МТК.

Цифровая информация обрабатывается на ЭВМ М-400 по следующему алгоритму. С клавиатуры печатающей машинки или дисплея задаются следующие данные: шаг по времени Δt , коэффициенты, учитывающие чувствительность регистрирующей аппаратуры, координаты (X_1, X_2) меток времени, временной интервал T , соответствующий этим меткам, и другие необходимые для расчета параметры.

С фотосчитывателя в ЭВМ вводится перфолента с цифровой ин-

формацией и по специальной подпрограмме перекодируется во внутренний машинный код.

Введенные кривые интерполируются в равноотстоящих узлах оси абсцисс. Необходимость интерполяции связана с тем, что абсциссы точек дискретизации различных кривых, вообще говоря, не совпадают. Интерполяция также упрощает расчеты и обеспечивает наглядность выдаваемых результатов. Значение $Y(X)$ в узле X получается по формуле

$$Y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X - X_1) + Y_1,$$

где $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$ - координаты точек дискретизации, ближайших по оси абсцисс к точке X и расположенных соответственно слева и справа от нее.

Переход к временному масштабу от X к t производится по формуле

$$t = T \frac{x - x_0}{X_2 - X_1},$$

где x_0 - абсцисса начала развертки кривой.

Значения ординат сигналов выражаются в физических единицах:

$$A(t) = K_1 \frac{y_1(t) - y_2(t)}{y_2(t) - y_3(t)}.$$

Здесь K_1 - заданный коэффициент чувствительности регистрирующей аппаратуры.

В результате первичной обработки получают два (по двум осциллограммам) нормированных, заданных с постоянным шагом сигнала:

$$A(t), B(t) \quad (t = i \Delta t, \quad i = 0, 1, 2, \dots, N).$$

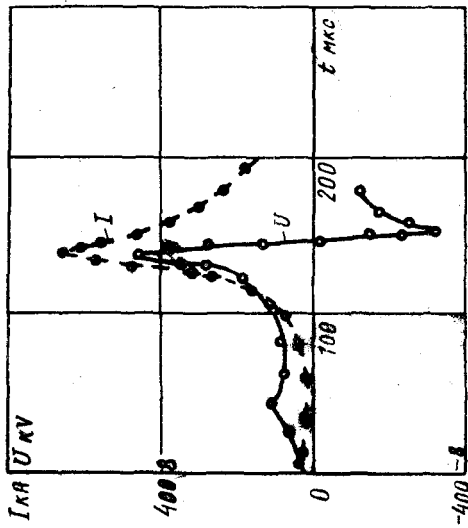
Такая форма представления удобна для дальнейшей математической обработки экспериментальных данных.

На рис. 1, 2 приведены результаты обработки осциллограмм тока $I(t)$ и напряжения $U(t)$.

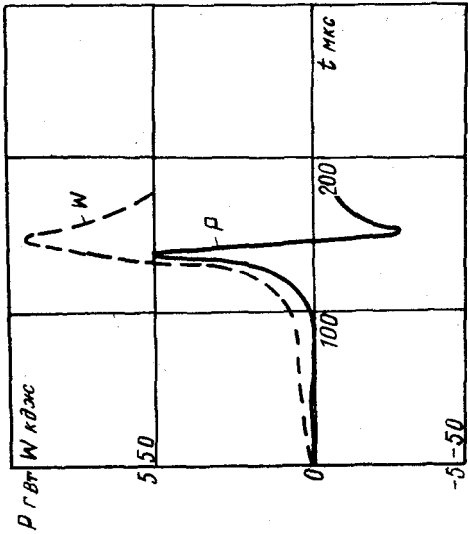
Для этих осциллограмм с шагом $\Delta t = 1$ мкс, вычислялись и выводились на широкую печать в виде таблицы величины

$$I(t), U(t), I^2(t), U^2(t), I(t)U(t),$$

$$\int_0^t I(\tau) d\tau, \int_0^t U(\tau) d\tau, \int_0^t I^2(\tau) d\tau, \int_0^t U^2(\tau) d\tau, \int_0^t I(\tau)U(\tau) d\tau.$$



Р и с. 1. Зависимость тока $I(t)$ и напряжения $U(t)$: линии - расчет вручную; точки - расчет ЭВМ



Р и с. 2. Зависимость мощности и энергии

Сравнение показывает, что результаты машинной и тщательной "ручной" обработки практически совпадают. Наблюдавшиеся иногда расхождения в несколько процентов связаны с погрешностью оператора при преобразовании кривых в цифровую форму на установке "Д-МАК".

А.Я. Смирнов, Г.Г. Меньшиков

КОРРЕКЦИЯ УСТРОЙСТВ ВВОДА-ВЫВОДА
ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЭВМ

(Ленинград)

В большинстве практических случаях искажения изображений в устройствах ввода-вывода изображений для ЭВМ можно свести к линейной однородной пространственной фильтрации и добавлению аддитивного шума [1]. Импульсная характеристика пространственного фильтра $h(x, y)$ может отличаться от оптимальной (в том или ином смысле) импульсной характеристики $v(x, y)$. Для получения требуемой характеристики $v(x, y)$ последовательно с устройствами ввода-вывода могут включаться фильтры-корректоры. Импульсная характеристика корректора $z(x, y)$ определяется следующим уравнением свертки:

$$v(x, y) = \iint_{(x'), (y')} z(x, \eta) h(x-x, y-\eta) dx d\eta. \quad (1)$$

Нас будет интересовать численное решение уравнения (1) или, другими словами, расчет $z(x, y)$ по заданным $h(x, y)$ и $v(x, y)$. При этом учтем, что численное решение задачи двумерной коррекции сводится к решению эквивалентной задачи одномерной коррекции [2]:

$$v(x) = \int_{-T_1}^{T_1} z(x) h(x-x) dx. \quad (2)$$

Результатом расчета является совокупность отсчетов искомого характеристики корректора в точках дискретизации $i\Delta x$ ($i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm L$; $L = T_1/\Delta x$). Предположим, что в результате некоторой интерполяции отсчетов \tilde{z}_i получена функция $\tilde{z}(x)$ заданная во всех точках интервала $[-T_1, T_1]$. Свертка функций $\tilde{z}(x)$ и $h(x)$ по (2) в общем случае дает функцию $\tilde{v}(x)$, отличную от $v(x)$. Будем называть погрешностью расчета разность $\Delta v(x) = \tilde{v}(x) - v(x)$. Можно указать, по крайней мере, 3 известных источника погрешности $\Delta v(x)$: во-первых,