

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.327

Л. А. ДУШИН, Ю. И. НЕФЕДОВ,  
В. С. ТАРАН, В. Г. ЧЕРВОВ, А. В. ШАТОХИН  
(Харьков)

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕРОГРАММ ПЛАЗМЫ

В связи с большим объемом вычислений обработку интерферограмм, полученных при исследовании плазмы, целесообразно осуществлять на ЦВМ. Фотоснимки таких интерферограмм имеют ряд недостатков, вызывающих существенные трудности при их автоматической обработке. В первую очередь к ним относятся: размытость интерференционных полос, неравномерность фона и засветка от собственного излучения плазмы, царапины, зернистость и ряд других. Интерферограммы плазмы содержат также большое количество избыточной информации. Информационными участками интерферограмм, характеризующими изменение плазменного объекта, являются криволинейные отрезки, т. е. отклонения интерференционных полос от прямолинейного направления (рис. 1).

Для того чтобы машинная обработка интерферограмм была эффективной (т. е. осуществлялась за минимальное время с момента их предъявления), необходимо обеспечить автоматический ввод изображений интерферограмм в ЦВМ с фильтрацией избыточных данных.

Известные методы фильтрации избыточных данных интерферограмм программным путем (после ввода всей информации с интерферометрического снимка в ЦВМ [1]) сопряжены с усложнением алгоритмов обработки и необходимостью использования для хранения данных внешней памяти ЦВМ, что приводит к увеличению затрат машинного времени.

В описываемой системе обработки интерферометрических фотоснимков используется метод предварительной фильтрации [2] (до ввода информации в ЦВМ), что позволяет в известной мере устранить перечисленные выше недостатки. В системе предусмотрено также формирование двоичных кодов координат выделенных участков интерферограмм.

Структурная схема автоматической системы первичной обработки интерферограмм показана на рис. 2. На схеме представлены: проекционная лампа (Л) со сферическим зерка-

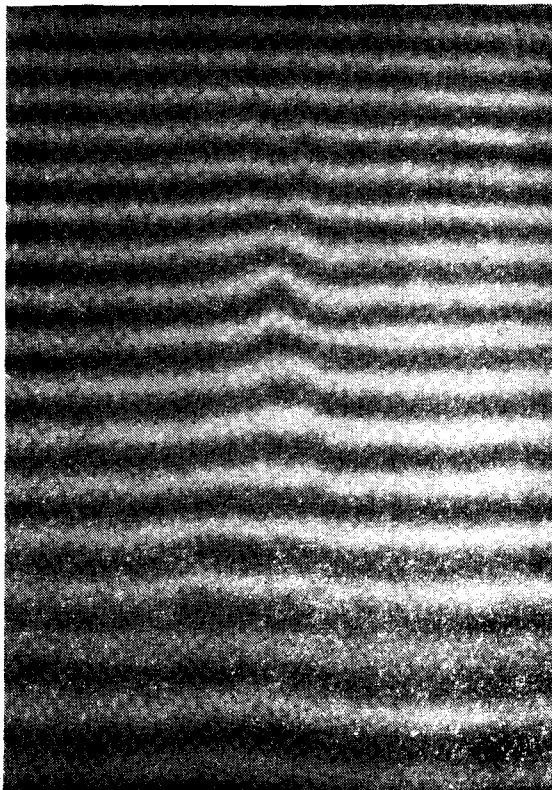


Рис. 1.

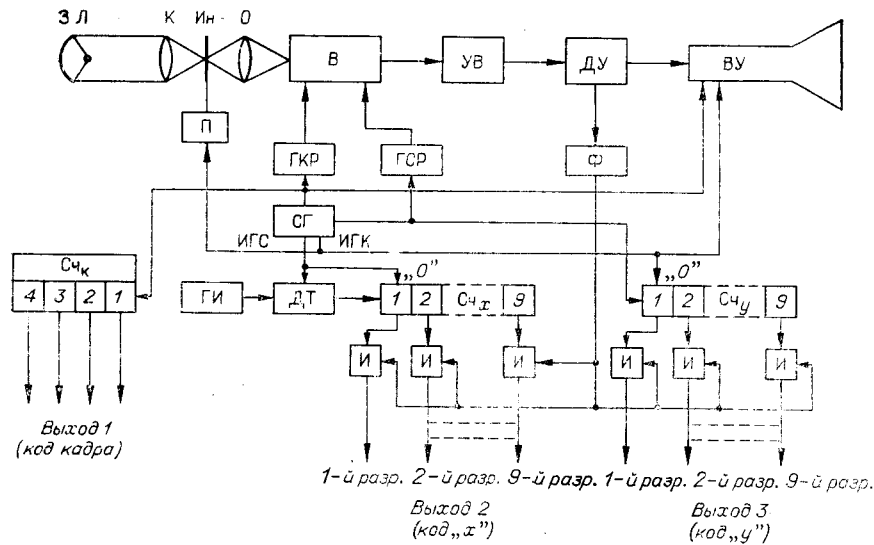


Рис. 2.

лом (З), конденсор (К), изображение освещенного кадра фотопленки с интерферограммой (Ин), объектив (О), видикон (В) типа ЛИ-420 с электростатическим отклонением луча, генератор строчной развертки луча видикона (ГСР), генератор кадровой развертки (ГКР), синхροгенератор (СГ), усилитель видеосигнала (УВ), формирователь (Ф), дифференцирующее устройство (ДУ), генератор импульсов (ГИ), динамический триггер (ДТ), двоичные 9-разрядные счетчики (Сч<sub>х</sub> Сч<sub>у</sub>), двоичный 4-разрядный счетчик кадров (Сч<sub>к</sub>), схема совпадения (И), электромеханическое устройство дискретной протяжки интерферограммы (П), видеоконтрольное устройство (ВУ).

В системе осуществляется автоматический покадровый анализ интерферограммы. Для перемещения кадров может использоваться стандартное устройство дискретной протяжки кадров, включающееся от синхронимпульсов СГ. Номер кадра фиксируется в двоичном счетчике (Сч<sub>к</sub>).

Изображение интерферограммы проецируется объективом О на фотокатод передающей трубки — видикона В. В системе используется построичное разложение изображения на 312 строк в кадре. Частота строчной развертки 3 кГц, а кадровой — 10,4 Гц.

В дифференцирующем устройстве осуществляется двойное дифференцирование видеосигнала [3]. Двойное дифференцирование позволяет обеспечить линейность фазовой характеристики системы, что дает возможность избежать нелинейных пространственных искажений. Амплитудно-частотная характеристика дифференцирующей схемы:

$$A(\omega) = 1 + k\tau^2\omega^2, \quad (1)$$

где  $\tau$  — постоянная времени дифференцирующих цепочек;  $k$  — постоянный множитель, зависящий от коэффициентов передачи усилительных каскадов схемы и величины  $\tau$ . Пространственный фильтр с частотной характеристикой (1), установленный в канале видеосигнала, подавляет низкие частоты  $\omega_x$  (в направлении строк разложения), сохраняя без изменения частотные компоненты  $\omega_y$ . Другими словами, в дифференцирующем устройстве выделяются контурные линии, перпендикулярные к направлению развертки, а также все те отрезки, проекция которых на указанное направление отличается от нуля. Поэтому если расположить интерферограмму так, чтобы прямые линии (не несущие информацию) совпадали с направлением строк разложения, то в дифференцирующем устройстве видеосигналы от этих линий будут отсеяны.

Координаты выделенных участков изображения формируются в логической части системы, куда входят ГИ, ДТ, Сч<sub>х</sub>, Сч<sub>у</sub>, И, Сч<sub>к</sub>.

Рассмотрим принцип формирования двоичных кодов координат. ГИ формирует короткие прямоугольные импульсы, частота следования которых в 350 раз превышает частоту строчной развертки и составляет 1,05 МГц. Эти импульсы ДТ подаются на счетный вход Сч<sub>х</sub>. Предварительно в конце строки разложения Сч<sub>х</sub> устанавливается в нулевое состояние передним фронтом импульса гашения обратного хода строчной развертки (ИГС), а по заднему фронту этого импульса запускается ДТ. Таким образом, за время каждой строки разложения на выходе Сч<sub>х</sub> формируются все двоичные коды 350 импульсов ГИ, т. е. коды всех возможных координат выделенных участков изображения. Для этого используются схемы совпадения И, на один из входов которых подается общий разрешающий импульс, сформированный в Ф по дифференцированному видеосигналу.

Аналогично на выходе 3 формируются коды координат  $Y$  выделенных участков изображения. Отличие состоит в том, что  $S_{y_1}$  осуществляет счет строк разложения по синхроимпульсам запуска ГСР.

На рис. 1 изображен фотоснимок интерферограммы, полученной на плазменном коаксиальном ускорителе с помощью интерферометра Рождественского с гелий-неоновым лазерным осветителем и фоторегистрацией на скоростном фоторегистраторе, предъявляемой на входе системы, а на рис. 3 — фотоснимок с выделенными наиболее информативными участками интерферограммы, полученной с экрана ВУ.

Уменьшение избыточности информации можно оценить количественно. Максимальное количество информации  $I_m$ , которое может переработать данная система, определяется из соотношения [4]

$$I_m = mz \lg_2 n, \quad (2)$$

где  $m=350$  — число элементов разложения в одной строке;  $z=312$  — число строк разложения;  $n=2$  — количество используемых градаций яркости.

Подставляя значения  $m$ ,  $z$ ,  $n$  в выражение (2), получим

$$I_m \approx 1,05 \cdot 10^5 \text{ дв. ед./кадр.}$$

Количество информации в телевизионном изображении интерферограммы, приведенной на рис. 1 (при разложении на  $312 \times 350$  элементов):

$$I_a = 10^4 \text{ дв. ед./кадр.}$$

В изображении, формируемом на выходе дифференцирующего устройства (см. рис. 3), содержится

$$I_b = 870 \text{ дв. ед./кадр.}$$

Таким образом, использование дифференцирующего устройства позволяет (для данной интерферограммы) уменьшить избыточность информации, подаваемой в ЦВМ в 11,5 раза.

Время, необходимое для обработки в системе одного кадра фотопленки с изображением интерферограммы, равно 0,1 с. Если для протяжки фотопленки использовать электромеханическое устройство с быстродействием 0,1 с/кадр, то максимальная пропускная способность системы составит 50 000 двоичных единиц за секунду. Точность определения координат в основном зависит от линейности разверток, которая легко может быть доведена до 1% и выше.

В целом описанная система позволяет полностью автоматизировать процесс первичной обработки интерферограмм, включающий анизотропную пространственную фильтрацию, а также определение и кодирование для ЦВМ координат выделенных информационных участков интерферограмм. Анизотропная пространственная фильтрация интерферограмм с помощью дифференцирующих устройств дает возможность значительно уменьшить избыточность информации, подаваемой в ЦВМ, что позволяет упростить алгоритм и сократить время последующей машинной обработки интерферограмм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Бурдопский, М. П. Гришин, Ш. М. Курбанов, Б. П. Маркелов, В. В. Сергеев, В. Р. Сидоренко, С. С. Церевитинов, Л. М. Шабурова. Обработка оптических интерферограмм на ЭВМ.— Автотметрия, 1971, № 4.
2. И. И. Шейфиз. Способы улучшения качественных показателей видеотракта телевизионных центров. М., «Связь», 1967.
3. И. И. Цукерман. Преобразование электронных изображений. Л., «Энергия», 1972.
4. П. В. Шмаков. Телевидение. М., «Связь», 1970.

Поступило в редакцию 15 ноября 1972 г.

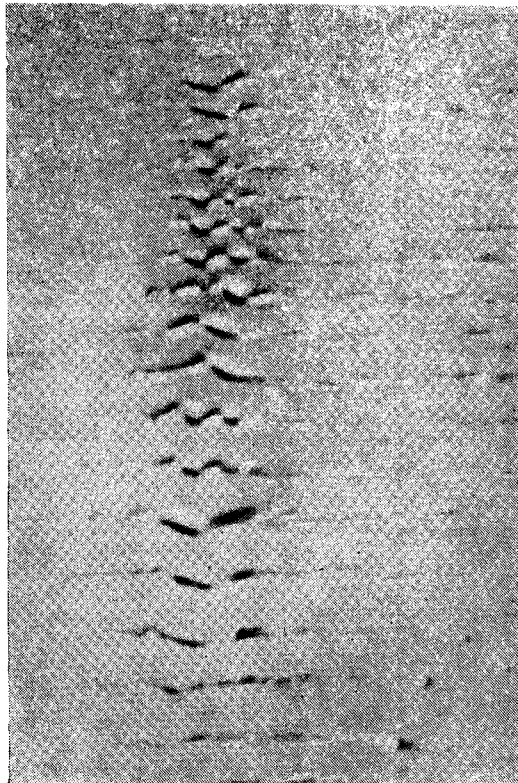


Рис. 3.