

УДК 535.8.242.2

Р. Р. Бикматов, М. П. Гришин, Ш. М. Курбанов, В. П. Маркелов,  
Т. А. Святославская, Н. Л. Святославский

(Москва)

### МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПРЕЦИЗИОННАЯ СИСТЕМА ФОТОМЕТРИРОВАНИЯ ДЛЯ ВВОДА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ В ЭВМ

Описана многоканальная система фотометрирования для автоматического микроденситометра АМД-1БЦМ, предназначенного для ввода фотографических изображений в ЭВМ. Система фотометрирования построена на основе фотодиодов и позволяет повысить скорость ввода изображений при механическом сканировании. Обеспечивается динамический диапазон измерения оптической плотности  $(0 \div 3 \text{ Б})$  при точности измерения  $\pm 0,03 \text{ Б}$ .

При решении задач обработки фотоизображений, требующих высокой фотометрической и координатной точности, для ввода фотоизображений в ЭВМ используют автоматические микроденситометры (АМД) с плоскостной разверткой, например, MD-6 (Англия), PDS-1010 (США), отечественный микроденситометр АМД-1БЦМ\* и другие. Их недостатком является сравнительно низкая производительность, ограниченная скоростью перемещения сканирующего стола, составляющей 5—50 мм/с.

Эффективный метод увеличения производительности таких микроденситометров — метод параллельного многоканального фотометрирования. Для реализации этого метода в АМД авторами разработана многоканальная фотометрическая система (МФС).

МФС можно реализовать на основе многоканальных фотоприемных устройств (МФПУ) с внутренними электрическими связями (к ним относятся фоточувствительные интегральные схемы с переносом заряда) и устройств с полной электрической развязкой фоточувствительных элементов. Для МФПУ характерно наличие коммутационных помех, взаимовлияние соседних элементов, значительный разброс каналов по чувствительности, недостаточный динамический диапазон измерения оптической плотности (не более 2 Б). Поэтому использование МФС на основе таких МФПУ значительно ухудшает фотометрические характеристики автоматических микроденситометров.

Для исключения указанных недостатков авторами разработана МФС в 8-канальном варианте на основе многоканальных фотоприемных устройств с полной электрической развязкой фоточувствительных элементов и установлена в доработанном автоматическом микроденситометре АМД-БЦМ. Структурная схема МФС изображена на рис. 1.

Оптическая часть фотометрической системы построена по двухлучевой схеме и содержит измерительную и опорную ветви. Измерение оптических плотностей производится в проходящем свете. Источником света (ИС) для

\* Бикматов Р. Р., Гришин М. П., Курбанов Ш. М., Маркелов В. П., Олейников Б. И., Святославский Н. Л., Святославская Т. А. Автоматизированный микроденситометрический комплекс для анализа фотографических полутоновых изображений // Автometрия. 1994. № 1.

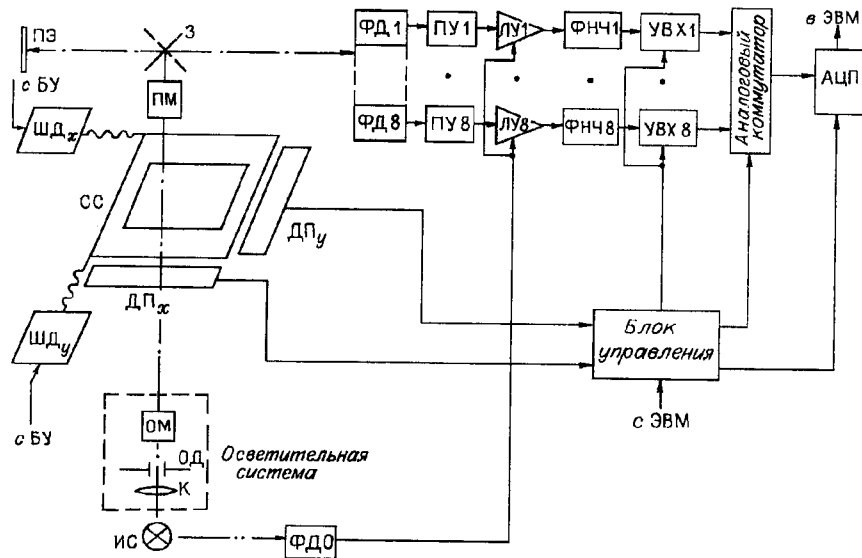


Рис. 1

освещения фотоизображений является дуговая ксеноновая лампа ДКСШИЛ-150, имеющая яркость 200 Мнт, большой срок службы (до 1000 ч) и не требующая специальной защиты от выделения озона.

Световой поток от лампы фокусируется осветительной системой (ОС) в плоскости фотоизображения, закрепленного на сканирующем столе. Осветительная оптическая система содержит конденсор (К), осветительную диафрагму (ОД), осветительный микроскоп (ОМ). Проекционный микроскоп (ПМ) со сменными объективами формирует увеличенное в 10, 50 или 100 раз изображение освещенного участка фотоснимка, которое в зависимости от положения поворотного зеркала (З) отображается на просмотрном экране (ПЭ) либо фокусируется на входное окно МФПУ.

Многоканальное фотоприемное устройство содержит восемь идентичных фотодиодов (ФД1-ФД8). Входные торцы фотодиодов размерами  $1 \times 1$  мм собраны в линейку и образуют входное окно МФПУ.

Каждый фотодиод своим торцом вырезает на изображении элемент квадратной формы, размеры которого в зависимости от используемого увеличения ПМ равны  $100 \times 100$  мкм,  $20 \times 20$  мкм или  $10 \times 10$  мкм. Выходные сигналы линейки фотодиодов поступают в каналные электронные тракты.

Каждый электронный тракт содержит предварительный усилитель (ПУ), аналоговый логарифмический усилитель (ЛУ), служащий для получения сигнала, пропорционального оптической плотности, фильтр нижних частот (ФНЧ), служащий для уменьшения уровня шумов фотометрического тракта, и устройство выборки и хранения (УВХ). Устройство выборки и хранения предназначено для запоминания сигналов на время коммутации каналов и аналого-цифрового преобразования сигналов.

Для устранения погрешности фотометрирования, обусловленной нестабильностью источника света, на входы опорного тока логарифмических усилите-

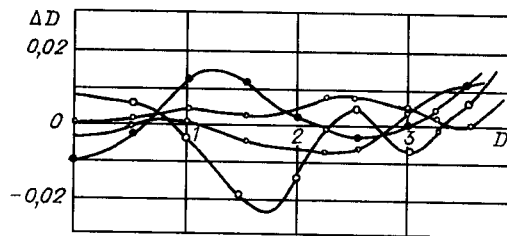


Рис. 2

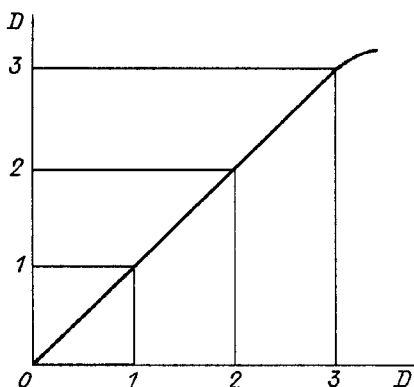


Рис. 3

лей подается сигнал опорного канала, состоящего из световода и фотоприемного устройства (фотодиода) ФДО.

Выходные сигналы каждого электронного тракта через 8-канальный аналоговый коммутатор поступают на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Управление коммутатором осуществляется блоком управления (БУ) микроденситометра в зависимости от координат (положения) сканирующего стола, которые определяются с помощью датчиков линейных перемещений ( $ДП_x$  и  $ДП_y$ ), закрепленных на сканирующем столе.

Перемещение сканирующего стола (СС) производится с помощью шаговых двигателей ( $ШД_x$  и  $ШД_y$ ) и пары винт—

гайка. Команды на шаговый двигатель выдаются с блока управления. Выдача команд в блок управления и прием данных с АЦП осуществляются персональной ЭВМ типа IBM PC/AT.

Экспериментальная оценка точности МФС проводилась с помощью образцов оптической плотности, выполненных из нейтрального стекла марок (НС8—НС10) и аттестованных на установке высшей точности для условий измерения микроденситометра. Двенадцать образцов оптической плотности располагались на сканирующем столе последовательно в порядке возрастания оптической плотности. При сканировании образцов проводилось по 400 измерений плотности каждого образца в каждом канале при прямом и обратном ходе сканирующего стола.

По полученным данным для каждого канала МФС рассчитывались среднее значение плотности и величина среднеквадратичного отклонения плотности для каждого образца, а также величина вариации плотности при прямом и обратном ходе стола.

На рис. 2 приведены значения систематических погрешностей измерений нескольких каналов в зависимости от величины оптической плотности. На рис. 3 представлена усредненная по каналам передаточная характеристика многоканальной фотометрической системы. Данные характеристики получены при скорости движения сканирующего стола 40 мм/с, что соответствует 32000 отсчетов в секунду при размере раstra-элемента  $10 \times 10$  мкм.

Из приведенных характеристик видно, что погрешность многоканальной фотометрической системы с учетом неидентичности каналов не превышает  $\pm 0,03$  Б, а динамический диапазон системы — более 3 Б.

В процессе переупаковки данных в ЭВМ и записи изображения в выходной файл производится программная коррекция систематических погрешностей каждого канала, что снижает реальную погрешность выходных данных до величин, не превышающих 0,02 Б.

Применение описанной многоканальной фотометрической системы в микроденситометре позволяет поднять производительность системы с прецизионной плоскостной разверткой до уровня производительности быстродействующих барабанных систем без ухудшения точностных характеристик.

Поступила в редакцию 5 октября 1995 г.