

Ю. А. ИВАННИКОВ, Н. С. КРУЧИНИН, В. П. МАЙОРОВ,
А. К. МОВШЕВ, В. Н. НЕКУРЯЩЕВ, В. И. НИКУЛИН,
В. С. ПЕГОВ, В. И. ХАЛИМОНОВ

(Новосибирск)

ПРОМЫШЛЕННАЯ РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗАПИСИ И СЧИТЫВАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Измерение координат и оптической плотности элементов изображений, зарегистрированных на прозрачном фотоносителе, производится, как правило, на узкоспециализированных уникальных координатно-измерительных машинах, обеспечивающих ввод данных в ЭВМ. Более перспективными в этом классе машин являются универсальные автоматизированные устройства типа «Зенит» [1], макет которого разработан в Институте автоматики и электрометрии Сибирского отделения АН СССР. Фотограмметрический автомат «Зенит» позволяет не только вводить информацию с фотоснимков в ЭВМ с эффективными процедурами поиска и распознавания информативных элементов, но, что не менее важно, и выводить из ЭВМ массивы данных в виде изображений на светочувствительный материал.

Результаты, полученные при разработке фотограмметрического автомата «Зенит», были использованы для создания универсальной автоматизированной системы позиционирования для записи и считывания оптической информации. Структурная схема этой системы приведена на рис. 1.

В состав системы входят следующие устройства*: ЭВМ «Электроника 100 И» 1; система управления 2; силовой преобразователь 3; сканирующая система 4; видеоконтрольное устройство 5; устройство сопряжения с ЭВМ М-4030 6; электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) 7; фокусирующе-отклоняющий комплекс (ФОК) 8; фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) 9; двигатели 10; лазерные измерители перемещений 11; стол с оптико-механической частью сканирующей системы 12; подвижная каретка с фотоносителем 13.

В этой системе позиционирования, как и в автомате «Зенит», используется сочетание оптико-механической системы прецизионного перемещения плоского фотографического носителя большого формата 300×300 мм по двум координатам и электронно-оптической сканирующей системы на электронно-лучевой трубке с форматом раstra на фотоносителе 2×2 мм. Сканирующая система [2], служащая для поиска информативных элементов изображений и измерения их оптической плотности, включает в себя высокоразрешающую электронно-лучевую трубку 7, фокусирующе-отклоняющий комплекс 8, блок фотоумножителя 9, электронную систему для управления сканированием 4 и видеоконтрольное устройство с запоминающей ЭЛТ. Растр, формируемый на экране ЭЛТ световым пятном типа «бегущий луч», проецируется оптической системой в плоскость носителя информации и используется либо для освещения выбранных точек изображения (в режиме считывания информации), либо для экспонирования фотоматериала (в режиме записи информации). Яркость и длительность свечения светового пятна определя-

* На всех рисунках в статье сохраняется одинаковая индексация одноименных элементов системы.

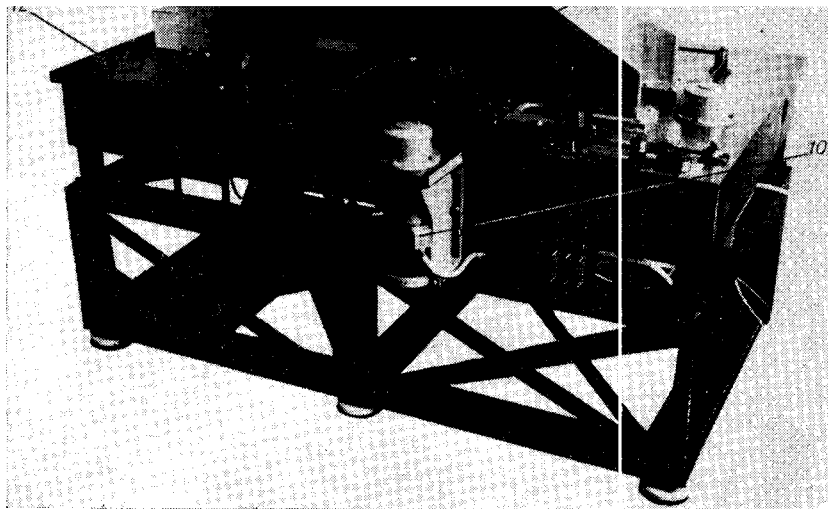


Рис. 2.

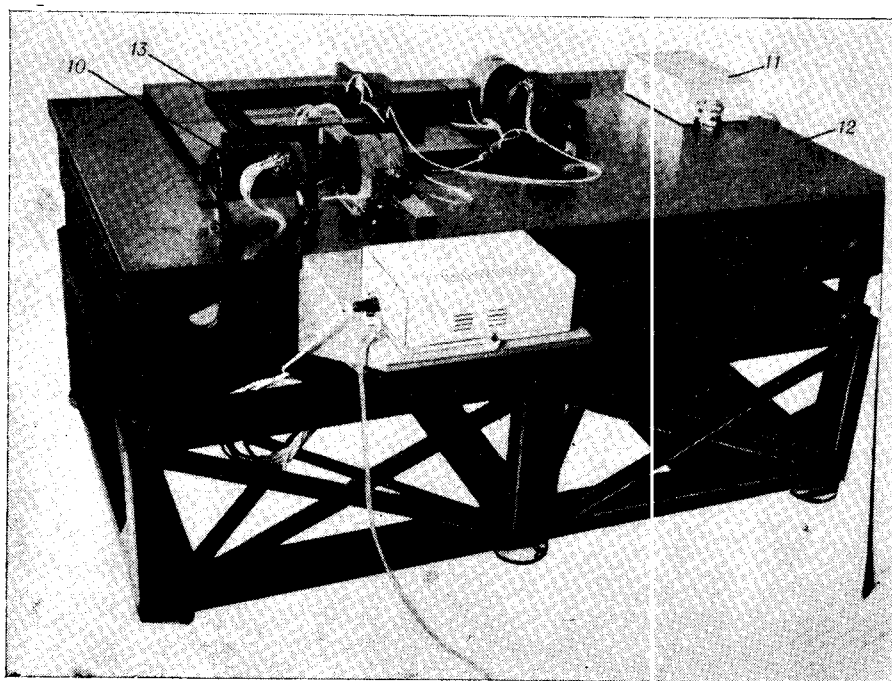


Рис. 3.

ются двоичными кодами, поступающими из электронного блока 4. Этот же электронный блок формирует растр из 4096×4096 адресуемых точек, создает буквенно-цифровые символы и векторы. Управление сканирующей системой, сбор и предварительная обработка результатов сканиро-

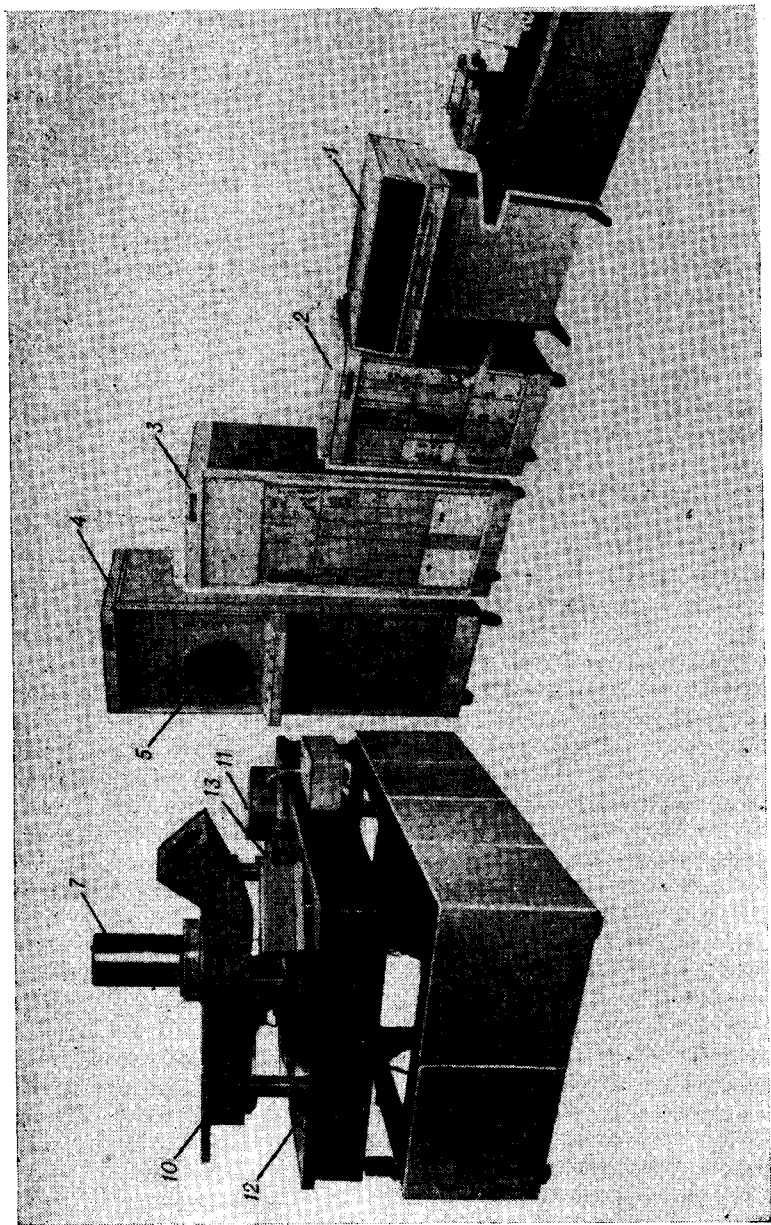


Рис. 4.

вания осуществляются программно-управляемой магистрально-модульной системой с мини-ЭВМ «Электроника-100 И».

Каретка 13 с закрепленным на ней фотоносителем располагается на массивном столе 12 и перемещается в горизонтальной плоскости по системе ортогональных направляющих двумя двигателями. Управление скоростью и направлением вращения двигателей осуществляет силовой преобразователь 3. Положение каретки относительно стола контролируется двумя датчиками обратной связи, выполненными на основе лазерных измерителей перемещения типа ФОУ-1 [3].

В отличие от автомата «Зенит», где алгоритм управления приводом реализован аппаратными средствами, разработанная система построена на основе стандартной программно-управляемой магистрально-модульной структуры на линии с ЭВМ. Такое построение позволяет сравнительно просто организовать разработку аппаратурной части системы, а алгоритм управления электроприводом и сканирующей системой, а также предварительную обработку результатов измерения возложить на программные средства. Применение мини-ЭВМ для числового программного управления обеспечивает простоту приспособления к изменяющимся требованиям к системе, возможность вносить дополнения и изменения на заключительных этапах разработки в процессе эксплуатации, позволяет производить автодиагностику системы, что весьма важно, поскольку система ориентирована на широкий круг задач, при решении которых может потребоваться, например, лишь точное перемещение каретки с установленным на ней образцом (в частности печатной платы, конфигурация разводки которой реализуется в процессе испарения ненужных участков металлизированного слоя лазером, установленным вместо ЭЛТ).

Для целей управления, сбора данных и их предварительной обработки в системе использована мини-ЭВМ «Электроника 100 И». Ориентация на эту ЭВМ обусловлена кратностью ее системы данных (12 разрядов) с магистралью данных (24 разряда) программно-управляемой модульной структуры управления системой, а также малым циклом памяти ЭВМ. (При использовании другой мини-ЭВМ потребуются замена двух модулей.) В связи с большим объемом информации, получаемой при обработке фотографических изображений, в системе обеспечен двусторонний обмен информацией через устройство сопряжения с ЭВМ М-4030.

В процессе разработки промышленного образца универсальной системы позиционирования были изготовлены и испытаны три варианта механизма перемещения каретки: с ленточной передачей, с фрикционной передачей и аэростатическими опорами, с линейными двигателями и аэростатическими опорами.

Прецизионная система позиционирования каретки с ленточной передачей по двум координатам и приводом от электродвигателя 4 представлена на рис. 2. Весь механизм перемещения расположен на чугунной плите 12 размером 1200×2000 мм, смонтированной на жесткой сварной раме, установленной на виброопоры. Каретка 13 с носителем информации имеет независимый привод, в качестве которого используется двигатель 10 с печатным якорем типа ДПЯ-0,4, по каждой из координат. Передача рабочих усилий от двигателя через редуктор на каретку осуществляется стальными гибкими лентами. Измерителями перемещений и датчиками обратной связи служат лазерные интерферометры 11, угольковые отражатели которых движутся по призматическим направляющим и одновременно скользят по взаимно перпендикулярным направляющим, закрепленным на каретке.

Общий вид системы позиционирования с фрикционной передачей приведен на рис. 3. Весь механизм позиционирования смонтирован на такой же плите и раме, как и механизм первого варианта. Перемещение по координате осуществляет двигатель с печатным якорем через фрик-

ционный редуктор на штоки и далее на каретку, вследствие чего происходит преобразование вращательного движения вала в поступательное движение штока. Шток так же, как и вся каретка в целом, перемещается на аэростатических опорах, что позволяет значительно уменьшить сухое трение и износ деталей. Сила прижатия редуктора к штоку, необходимая для обеспечения работы без проскальзывания, также создается аэростатической опорой в вертикальной плоскости. Линейные перемещения контролируются лазерными измерителями перемещений, угловые отражатели которых закреплены внутри штоков соответствующих направлений.

Общий вид автоматизированной многофункциональной системы позиционирования приведен на рис. 4. Механическая часть этой системы выполнена на основе научно-исследовательской работы ИАиЭ СО АН СССР, в которой разработан двухкоординатный механизм на линейных электродвигателях и аэростатических опорах. Применение линейных двигателей позволило улучшить точностные и динамические характеристики системы в целом. Перемещение каретки в горизонтальной плоскости линейными двигателями контролируется лазерными измерителями перемещений на переменном токе. Для удобства работы оператора система позиционирования оснащена блоком ручного управления и вторым видеоконтрольным устройством 14, которое выводит на экран участок изображения фотоносителя размером 35×35 мм с пятикратным увеличением. Электронная часть всей системы построена, как отмечалось выше, по магистрально-модульному принципу с мини-ЭВМ «Электроника-100 И». Для управления всеми электронными блоками системы разработано математическое обеспечение и тестирование.

Основные технические характеристики системы: формат фотографического носителя 300×300 мм; точность позиционирования не хуже 1 мкм; максимальное время позиционирования не более 2 с; поле сканирования 2×2 мм; число адресуемых точек поля сканирования 4096×4096 ; число уровней квантования проходящего через носитель света 16.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурый Л. В., Коронкевич В. П., Нестерихин Ю. Е., Нестеров А. А., Пушной Б. М., Ткач С. Е., Щербаченко А. М. Прецизионный фотограмметрический автомат.— «Автометрия», 1974, № 4, с. 83—89.
2. Мамонтов Г. М., Поташников А. К., Ситников Г. Ф. Сканирующее устройство универсального фотограмметрического автомата «Зенит». — «Автометрия», 1977, № 3, с. 19—24.
3. Доброва С. Я., Золотов А. В., Левандовская Н. Е., Майоров В. П., Мовшев А. К., Попова А. В., Фиккельштейн Е. И., Халимонов В. И. Промышленный лазерный измеритель перемещений ФОВ-1 — «Автометрия», 1975, № 5, с. 43—48.
4. Бурый Л. В., Кузнецов С. А., Луговов Л. Г., Нестеров А. А., Пушной Б. М. Электромеханическая система позиционирования фотограмметрического автомата «Зенит». — «Автометрия», 1977, № 3, с. 12—19.

Поступила в редакцию 1 февраля 1977 г.