

УДК.681.142,62

## КОМПЛЕКС ВНЕШНИХ ГРАФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЭЦВМ

В.П. Васильев, Е.С. Воронин, Э.Л. Емельянов,  
К.П. Кашеев, Д.И. Кунин, В.Г. Овчинников, Ю.А. Романенко,  
Ю.М. Федорук, М.А. Шемякин, В.В. Якушкин

В научно-технических экспериментах используется большое количество измерительных комплексов и приборов с графической регистрацией, причем обработка получаемой информации во многих случаях производится с помощью ЭЦВМ. Известны различные методы автоматизации ввода измерительной информации в ЭЦВМ. Один из них заключается в том, что параллельно с графической регистрацией информация преобразуется в коды, которые регистрируются на промежуточном носителе или передаются непосредственно в оперативно запоминающее устройство ЭЦВМ. Эффективность этого метода ограничена тем, что быстродействие регистрирующих устройств (перфораторов) невелико, магнитные регистраторы, применяемые для решения широкого круга задач, практически отсутствуют, а прямой ввод в ЭЦВМ не всегда доступен.

Другой метод заключается в том, что информация, представленная в графической форме (графики, диаграммы, осциллограммы, карты и т.д.), с помощью специальных устройств преобразуется в коды, которые регистрируются на промежуточном носителе или передаются непосредственно в ОЗУ ЭЦВМ. Достоинствами этого метода являются: возможность активного участия человека в отборе информации, подлежащей кодированию и последующему вводу в ЭЦВМ; разнообразие измеряемых величин; возможность согласования по скорости преобразователя и выходного регистратора. Недостатком этого метода является усложнение процесса обработки информации и зависимость точности от качества графической регистрации.

Графическое отображение выходной информации, поступающей от

ЭЦВМ, позволяет значительно сократить сроки интерпретации экспериментальных и теоретических данных за счет наглядности, возможности быстрого анализа и т.д. Автоматизация графического отображения необходима в тех случаях, когда количество изображений или требования к их точности делают нецелесообразным или вовсе невозможным применение ручного труда.

Известны различные принципы построения внешних графических устройств ЭЦВМ [1,2]. При разработке нового комплекса целесообразно применить общий принцип построения устройств ввода и вывода, так как при этом можно унифицировать схемные и конструктивные решения. Описываемый комплекс, разработанный в СКБ АНИСП при ИАЭ СО АН СССР и СНИИГТМС МГ СССР, состоит из электромеханических устройств. Уступая электронным устройствам по быстродействию, они отличаются простотой конструкции и управления, высокой точностью и разрешающей способностью. Использование шаговых электродвигателей (ШД) в качестве исполнительных устройств [3] позволило полностью реализовать цифровые системы управления, исключить цифро-аналоговое преобразование, датчики перемещения и систему обратной связи, что привело к значительному упрощению электронных схем.

В комплекс входят (рис. 1) универсальный полуавтоматический и автоматический следящий преобразователи графической информации в коды, автономный шаговый графопостроитель с управлением от магнитной ленты и шаговый графопостроитель, управляемый непосредственно ЭЦВМ в реальном времени.

Универсальный полуавтоматический преобразователь [4] имеет две модификации, отличающиеся механической частью и позволяющие кодировать графическую информацию, записанную на носителях различного типа.

Блок-схема преобразователя представлена на рис. 2. С помощью двухкоординатного механизма [5] осуществляется шаг за шагом перемещение носителя с кодируемым графиком (ось "X") и считывающей фотоэлектрической головкой (ось "Y"). Сигналы с фотодатчиков головки поступают в блок анализа фотосигналов, который определяет положение головки относительно кодируемого графика. Результат анализа поступает в блок управления движением, который формирует импульсы перемещения по обеим координатам. Эти импульсы поступают в блоки управления ШД по координатам "X" и "Y". Одновременно эти же импульсы поступают в реверсивные счетчики координат, расположенные в блоке задания и кодирования координат. Коды текущих координат положения фотоголовки и носителя из бло-

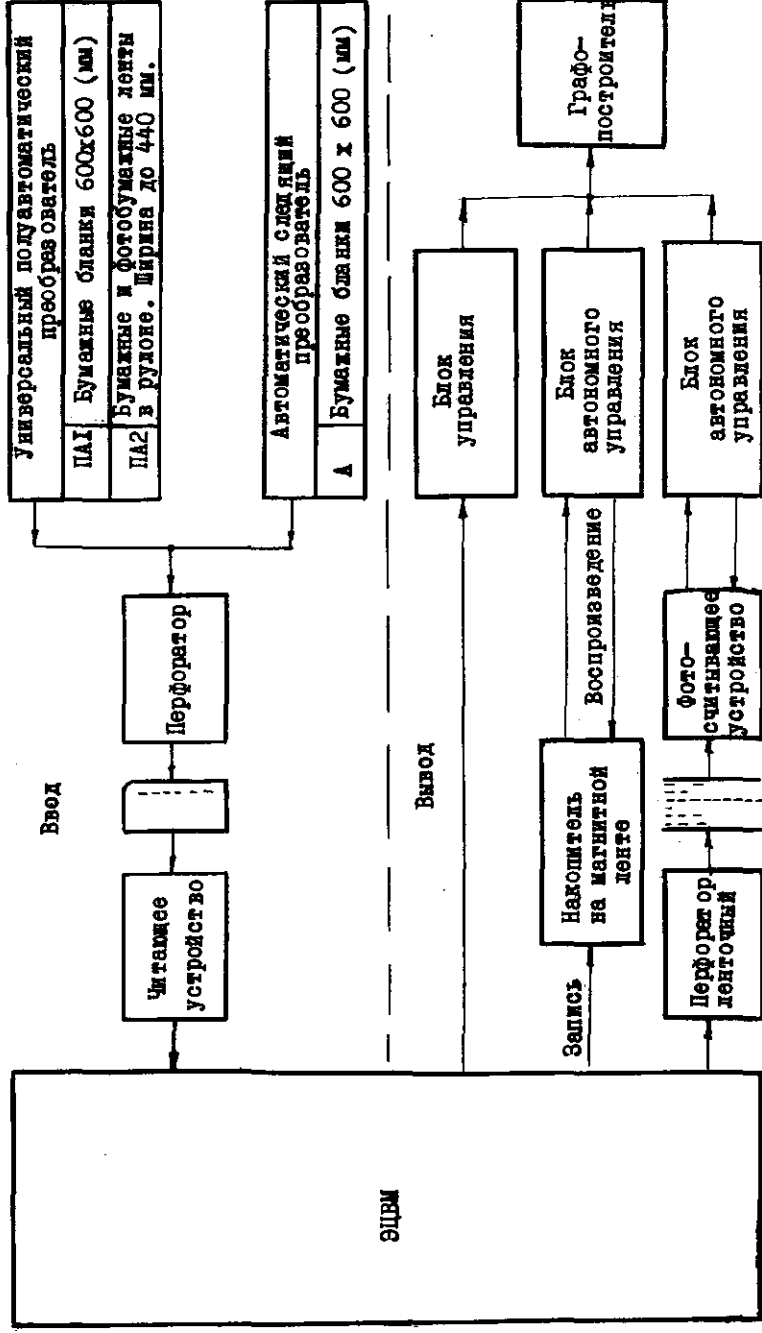


Рис.1. Структура комплекса внешних графических устройств для ЭЦМ.

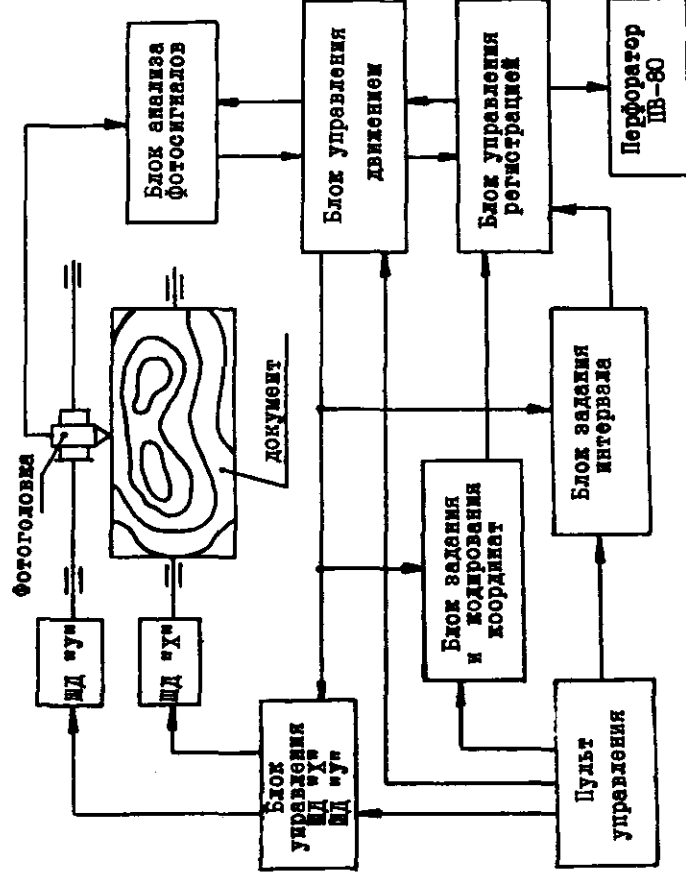


Рис.2. Блок-схема универсального полуавтоматического преобразователя.

ка задания и кодирования координат поступают в блок управления регистрацией. Регистрация координат кодируемой линии графика осуществляется через интервал регистрации, задаваемый оператором и фиксируемый блоком задания интервала.

Величина интервала может быть задана в пределах от 0,1 до 99,9 мм с дискретностью 0,1 мм по любому из четырех координатных направлений. Каждый раз после отработки заданного интервала регистрации блок задания интервала выдает в блок управления регистрацией команду, по которой коды текущих координат положения фотоголовки и носителя регистрируются перфоратором. Общее управление прибором, в том числе ручное управление перемещением фотоголовки и носителя, осуществляется с пульта управления.

Технические данные универсального преобразователя приведены в табл. I.

Автоматический следящий преобразователь графической информации в цифровые коды отличается от описанного выше преобразователя наличием линейного экстраполятора в блоке управления движением, что позволяет кодировать графики и замкнутые контуры, которые пересекаются с другими линиями.

Графическое отображение результатов вычислений производится с помощью шаговых графопостроителей, работающих на чисто цифровом принципе отработки последовательности дискретных приращений, генерируемых ЭЦВМ и передаваемых на графопостроитель непосредственно или через промежуточный носитель. Изображение получается в результате последовательного сложения шаговых перемещений пера относительно бумаги, которые в каждый момент времени могут быть произведены в одном из восьми возможных направлений движения (параллельно осям координат и под углом  $45^{\circ}$ ).

Шаг перемещения определяется кинематической схемой графопостроителя и не изменяется в процессе вычерчивания; направление же перемещения в каждый момент времени определяется по специальной программе аппроксимации. Для прерывания линий изображения перо может быть поднято над бумагой по команде с помощью электромагнитного механизма.

С целью рационального использования машинного времени ЭЦВМ различного типа предусмотрено два варианта управления графопостроителем:

- а) автономное с использованием магнитной ленты;
- б) непосредственное от ЭЦВМ в реальном времени.

Автономный шаговый графопостроитель с управлением от магнитной ленты предназначен для ЭЦВМ средней производительности

Таблица I  
Технические данные универсального полуавтоматического преобразователя в цифровые коды

| № п/п | Характеристика                                     | Модификация   |                               |
|-------|--|---|-------------------------------|
|       |  | ПА I  | ПА 2                          |
| I     | Тип носителя                                       | Бумажные бланки   | Бумажные и фотобумажные ленты |
| 2     | Максимальные размеры носителя, мм                  | 600x600   | 440 x 30000                   |
| 3     | Дискретность кодирования по любой из координат, мм | 0,05  | 0,05                          |
| 4     | Интервал считывания, мм                            |   | 0,1 - 99,9                    |
| 5     | Дискретность задания интервала, мм                 |   | 0,1                           |
| 6     | Оптическая система                                 | Фотоселектрическая 3-элементная с дополнительным экраном  |                               |
| 7     | Увеличение оптической системы                      | 3,7x; 5x; 8x  |                               |
| 8     | Выходной регистратор                               | Перфоратор ПВ-80  |                               |
| 9     | Система исчисления                                 | Двоично-десятичная  |                               |
| 10    | Емкость одной перфокарты                           | Координаты и служебные признаки - 12 точек  |                               |
| II    | Режимы кодирования                                 | Автоматическое непрерывное отслеживание; автоматическое ступенчатое отслеживание; полуавтоматическое ступенчатое отслеживание; полуавтоматический развертывающий; кодирование отдельных точек |                               |
| I2    | Режимы регистрации                                 | Автоматический, ручной  |                               |
| I3    | Производительность, точек/час                      | 300 - 6000  |                               |

(М-20, М-220, БЭСМ-4), с помощью которых в определенном порядке производится запись команд на магнитную ленту. Воспроизведение магнитной записи, как и запись, осуществляется с помощью стандартных накопителей на магнитной ленте (НМЛ), входящих в комплект ЭЦВМ, причем в режиме воспроизведения НМЛ работает автономно от ЭЦВМ.

Графопостроитель имеет схему управления, позволяющую шаговому приводу обрабатывать команды, записанные на магнитной ленте, с нормальной плотностью (без пропусков) при одинаковой скорости движения ленты при воспроизведении и записи.

Блок-схема автономного графопостроителя, представленная на рис. 3, содержит ряд функциональных блоков:

- формирователи, предназначенные для согласования входов графопостроителя с выходами НМЛ (предусмотрено несколько сменных формирователей для различных НМЛ);
- приемный регистр и дешифратор команд, используемые для приема, хранения и расшифровки команд, поступающих с магнитной ленты;
- схему поиска графика, обеспечивающую вычерчивание только заданного графика и состоящую из задатчика адреса и схемы совпадения адреса;
- схему включения, обеспечивающую считывание с магнитной ленты только команд для графопостроителя и запрещающую считывание вспомогательной машинной информации, записанной на той же ленте;
- схему разрежения, обеспечивающую выдачу команд, поступающих с магнитной ленты, с приемлемой для шагового двигателя частотой;
- схему реверса магнитной ленты, обеспечивающую полное считывание информации, относящейся к данному графику;
- блоки управления шаговыми двигателями, предназначенные для коммутации статорных обмоток ШД;
- схему управления пишущей головкой, обеспечивающую срабатывание выбранного пера;
- пульт ручного управления;
- источники питания;
- двухкоординатный шаговый механизм;
- пишущую головку.

В число команд графопостроителя входят команды перемещения, команды для пишущей головки и служебные команды. Каждая команда для графопостроителя занимает на магнитной ленте одну стро-

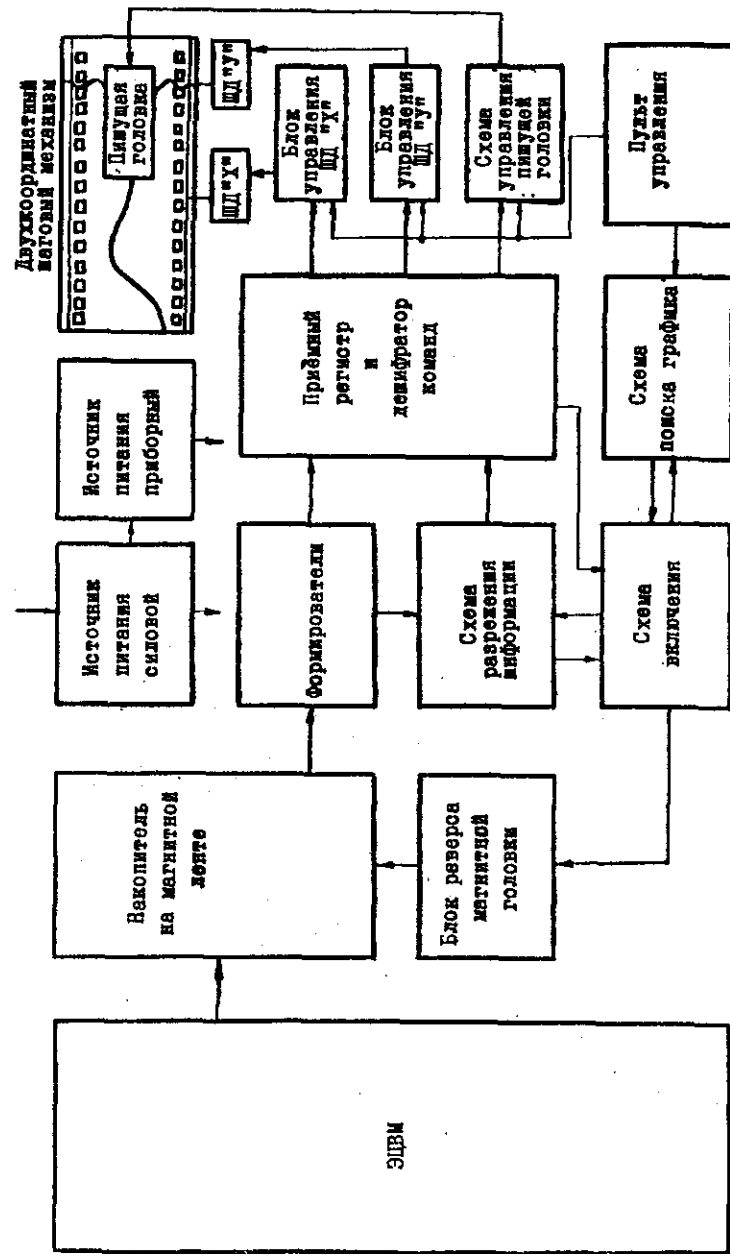


Рис. 3. Блок-схема автономного шагового графопостроителя управлением от магнитной ленты.

ку, причем используется 4- или 5-разрядный код (вида 0000 или 00000).

Команды для графопроектировщика записываются в так называемой "графозоне", являющейся частью машинной зоны и отмеченной на концах кодами "начало зоны" и "конец зоны", между которыми записываются команды перемещений и управления пишущей головкой. В конце графика записывается команда "останов".

При движении магнитной ленты команды и синхронизирующие импульсы из НМД через формирователи поступают в приемный регистр, а из него - в схему поиска графика и дешифратор команд. Как только текущий адрес графика совпадает с заданным, разрешается вычерчивание, т.е. прохождение команд через дешифратор. Другим условием прохождения команд через дешифратор является приход в схему включения команды "начало графозоны". Одновременно дешифратор управляется схемой разрежения, так что частота команд перемещения не превышает допустимой для данного шагового привода. Из дешифратора команды перемещения поступают в блоки управления ШД "X" и "Y", а команды управления пишущей головкой - в схему управления пишущей головкой.

Шеститактный блок управления ШД (рис. 4) обеспечивает коммутацию статорных обмоток ШД в последовательности I, I-2, 2, 2-3, 3, 3-I, I и т.д. при подаче импульса на вход "+", что соответствует вращению ротора ШД в положительном направлении, и наоборот, в последовательности I, 3-I, 3, 2-3, 2, 2-I, I и т.д. при подаче импульса на вход "-", что обеспечивает вращение ротора ШД в противоположную сторону.

Реверсивный коммутатор обеспечивает нужную последовательность переключений обмоток ШД и состоит из 3 триггеров, каждый из которых через соответствующий усилитель мощности управляет одной из 3 фаз ШД, 18 импульсно-потенциальных ключей, определяющих последовательность переключения триггеров, и логической схемы, исключающей две нерабочих комбинации состояний триггеров (все три фазы включены (III) или выключены (000)).

Трехкаскадный усилитель мощности на транзисторах собран по обычной схеме; резисторы блока нагрузок обеспечивают уменьшение постоянной времени ШД и регулировку тока в обмотках.

Схема управления пишущей головкой имеет несколько автономных каналов (по числу перьев), каждый из которых состоит из триггера, запоминающего текущее состояние пера, и усилителя мощности, на выходе которого включена обмотка электромагнита, перемещающего перо. Сигналы включения и выключения пера поступают на отдельные входы триггера.

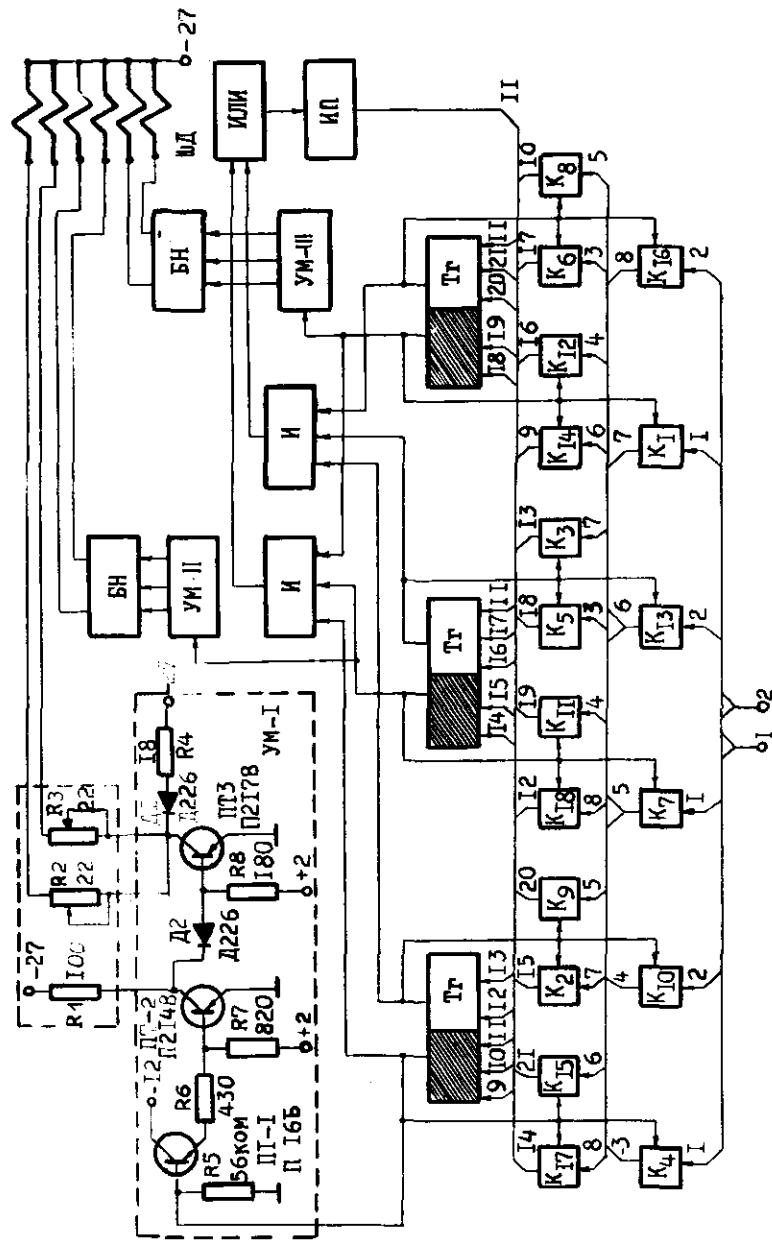


Рис. 4. Схема 6-тактного блока управления ШД.

## Технические характеристики графопостроителей "Контур"

| № п/п | Х а р а к т е р и с т и к и                         | М о д и ф и к а ц и и                                       |  |
|-------|---|---|--|
|       |   | ГП 2  | ГП 5   |
| 1     | Программноситель                                    | Магнитная лента   | Перфолента   |
| 2     | Вид записи  | Пером по бумаге   | Пером по бумаге или световым лучом по фотонегативу |
| 3     | Размеры носителя, мм                                | Перфорированная бумажная лента шириной 420 мм в рулоне 15 м | 420 x 420  |
| 4     | Поле записи, мм                                     | 395   | 400 x 400  |
| 5     | Число направлений                                   | 8   | 8  |
| 6     | Шаг, мм   | 0,1/0,2   | 0,02   |
| 7     | Приемистость привода, шагов/сек                     | 580/440   | 350  |
| 8     | Скорость вычерчивания, м/мин                        | 3,5/5,3   | 0,42   |
| 9     | Число перьев  | 2   | 2  |
| 10    | Время смены пера, сек                               | 0,45  | 0,45   |
| 11    | Число программно сменяемых масок для светового луча | -   | 8  |
| 12    | Максимальное время смены маски, сек                 | -   | 1  |

Для малых ЭЦВМ может быть использован графопостроитель с непосредственным управлением в реальном времени. В случае, когда число каналов связи не ограничено, команды в унитарном коде поступают из ЭЦВМ через формирователи на входы реверсивных коммутаторов и схемы управления пишущей головкой. Если же число каналов ограничено (4-5), то используется дешифратор команд. В остальном работа графопостроителя аналогична ранее описанному режиму.

К настоящему времени разработано и изготовлено несколько конструктивных вариантов двухкоординатных шаговых механизмов (планшетный, барабанный, рулонный) и пишущих головок (с числом позиций 1,2,3 и 6).

Технические данные некоторых графопостроителей приведены в табл. 2.

Применение комплекса внешних графических устройств позволит значительно сократить продолжительность цикла обработки научно-технической информации и повысит эффективность использования ЭЦВМ.

## Л и т е р а т у р а

1. Устройство ввода и вывода графической информации к ЭЦВМ (обзор зарубежного опыта), ГИПРОТИС, М., 1967 г.
2. А.И. ПЕТРЕНКО. Автоматический ввод графиков в электронные вычислительные машины. "Энергия", М., 1968 г.
3. В.А. РАТМИРОВ и Б.А. ИВОБОТЕНКО. Шаговые двигатели для систем автоматического управления, ГЭИ, М., 1962 г.
4. Устройство для полуавтоматического кодирования графической информации. Авт.свид. № 223458, бюллетень изобретений и товарных знаков, 1968 г., № 24.
5. Материалы Всесоюзной научно-технической конференции "Автоматизация технической подготовки производства в машиностроении", часть 3, Минск, 1968 г.

Поступила в редакцию  
26 марта 1969 г.