

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



ц 848

Г-125

11 - 7285

П.П.Гавриш, Е.Д.Городничев, В.В.Кольга

3789/2-73

ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ НА ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ  
НА БАЗЕ ДРП-3М

**1973**

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

11 - 7285

П.П.Гавриш, Е.Д.Городничев, В.В.Кольга

ГРАФОПОСТРОИТЕЛЬ НА ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ  
НА БАЗЕ ДРП-3М

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Электронные цифровые вычислительные машины /ЦВМ/ получили в настоящее время повсеместное распространение. Однако часто эффективность применения ЦВМ снижается из-за отсутствия в их комплектах устройств для вывода результатов расчета в виде графиков. Потребность в таких устройствах возникает при выполнении на ЦВМ широкого круга различных вычислительных работ.

В Отделе новых ускорителей Лаборатории ядерных проблем была поставлена задача - создать простой и надежный в длительной эксплуатации построитель графиков планшетного типа. Необходимо чтобы графопостроитель работал непосредственно от ЦВМ, т.е. имел возможность программного управления всем процессом построения графиков от ЦВМ /с учетом интерполяции между соседними точками/.

Исходя из этих требований, решили создать графопостроитель дискретного типа <sup>1/1/</sup>, который наиболее приемлем при реализации режимов программного управления от ЦВМ. Точность дискретных построителей графиков определяется в основном выбором элементарного шага и точностью механической системы используемого стола. В этих графопостроителях, в отличие от аналоговых, отсутствует проблема устойчивости и точность не зависит от размеров и особенностей вычерчиваемой кривой.

В настоящей работе описан дискретный графопостроитель, выполненный на базе стола двухкоординатного построителя непрерывного типа ДРП-3М <sup>1/2/</sup>. Он предназначен для построения графиков непосредственно от ЦВМ. Устройство имеет пульт управления для автономной

проверки. Логические схемы устройства выполнены на интегральных микромодулях. Это обеспечивает максимальную надежность работы всего устройства, необходимую для системы авторегулирования, работающей на приращениях без обратной связи.

### Структурная схема графопостроителя

Структурная схема графопостроителя включает следующие основные блоки /рис. 1/:

1. Устройство управления коммутатором.
2. Реверсивный шеститактный коммутатор.
3. Усилители для питания трех фаз шаговых двигателей ШД-4.
4. Блок разрешения работы.
5. Блок управления пером.
6. Стол ДРП-3М с редукторами.
7. Блок автономной работы.

### Принцип действия и технические характеристики графопостроителя

Двухкоординатный графопостроитель для ЦВМ создан на базе регистрирующего прибора ДРП-3М. Графопостроитель предназначен для построения графика функции  $F(x,y)=0$  или при наличии параметра  $x=E_1(t)$ ,  $y=E_2(t)$  на плоскости в прямоугольной системе координат с размером рабочего поля 800x800 мм.

Графопостроитель выполняет следующие команды: "разрешение работы", "запрещение работы", "поднять перо", "опустить перо", "сделать один шаг по координатным осям  $+\Delta x$ ,  $-\Delta x$ ,  $+\Delta y$ ,  $-\Delta y$ ".

Перемещение пишущего органа осуществляется шаговыми двигателями независимо по двум координатам.

Запись графика на бумаге /писчей, миллиметровой, чертежной/ осуществляется в виде непрерывной линии или отдельных точек стержнем от шариковой ручки или фламастером, укрепленным на каретке, которая переме-

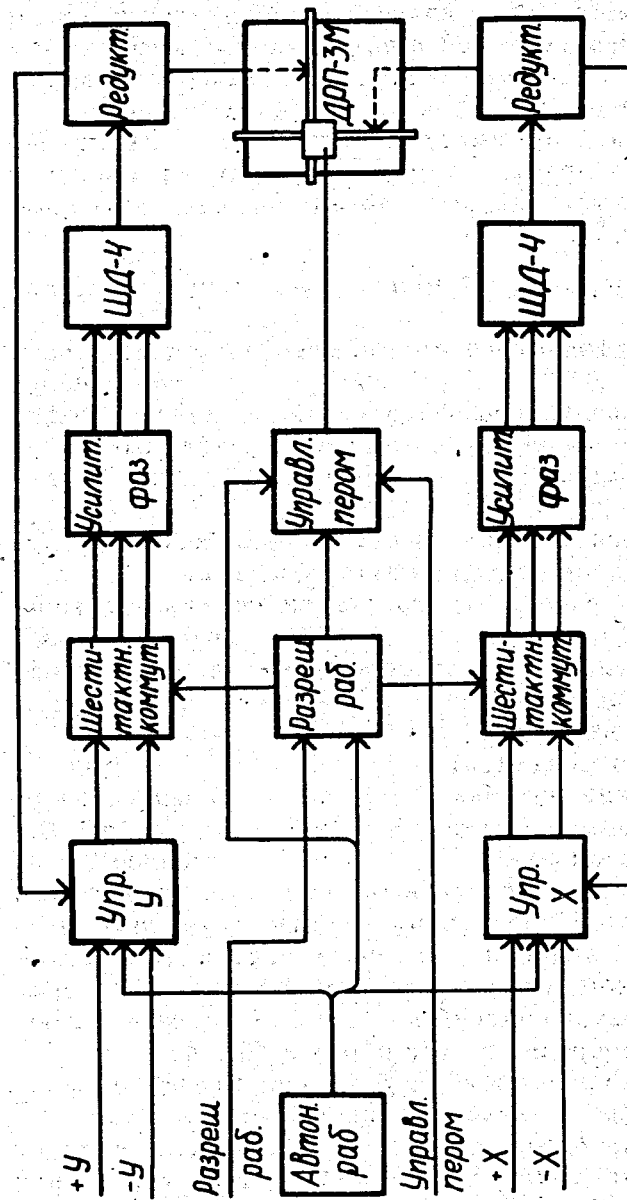


Рис. 1. Структурная схема построителя графиков.

щается по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Перемещение каждой направляющей выполняется шаговым двигателем через редуктор с передаточным отношением  $n=36/198$  при помощи тросиков, наматывающихся на многоручьевой шкив. Для ограничения движения направляющей редуктор имеет стопор. Когда вал шкива сделает 3,64 оборота, стопор нажимает на концевик /кн. 1, кн. 2/ и прекращается подача импульсов на коммутатор /рис. 2/.

Основная погрешность записи графика по всей шкале  $\pm 0,175$  мм.

Питание графопостроителя осуществляется от сети 220 В, 50 Гц.

Для перемещения пишущего органа в данном графопостроителе используется реактивный трехфазный шаговый двигатель типа ШД-4, имеющий следующие характеристики:

- 1/ Шаг /угол поворота вала на один импульс/ при работе от шеститактного коммутатора, град . . .  $1,5^\circ$ ,
- 2/ Шаг при работе от трехтактного коммутатора, град . . .  $3^\circ$ ,
- 3/ Частота приемистости при моменте инерции нагрузки  $0,0175$  г.см.сек<sup>2</sup> . . . 800 Гц,
- 4/ Количество фаз . . . 3.
- 5/ Статический момент . . . 5 кг.см
- 6/ Напряжение питания . . . минус 24 В,
- 7/ Потребляемая мощность . . . 140 Вт,
- 8/ Ток в одной фазе . . . не более 2,8 А.

Для управления трехфазным шаговым двигателем ШД-4 применяются трехтактные или шеститактные коммутаторы. Для данного графопостроителя разработан шеститактный коммутатор, который обеспечивает переключение входных сигналов (+x, -x, +y, -y), поступающих из ЦВМ поочередно на три обмотки ШД-4.

Конструктивно вся система управления графопостроителем выполнена в виде отдельного блока /рис. 3/. С задней стороны блока управления расположены разъемы для подключения двигателей ШД-4, пульта управления и для связи с ЦВМ. Пульт управления /ПУ/ расположен на кожухе ДРП-3М с правой стороны.

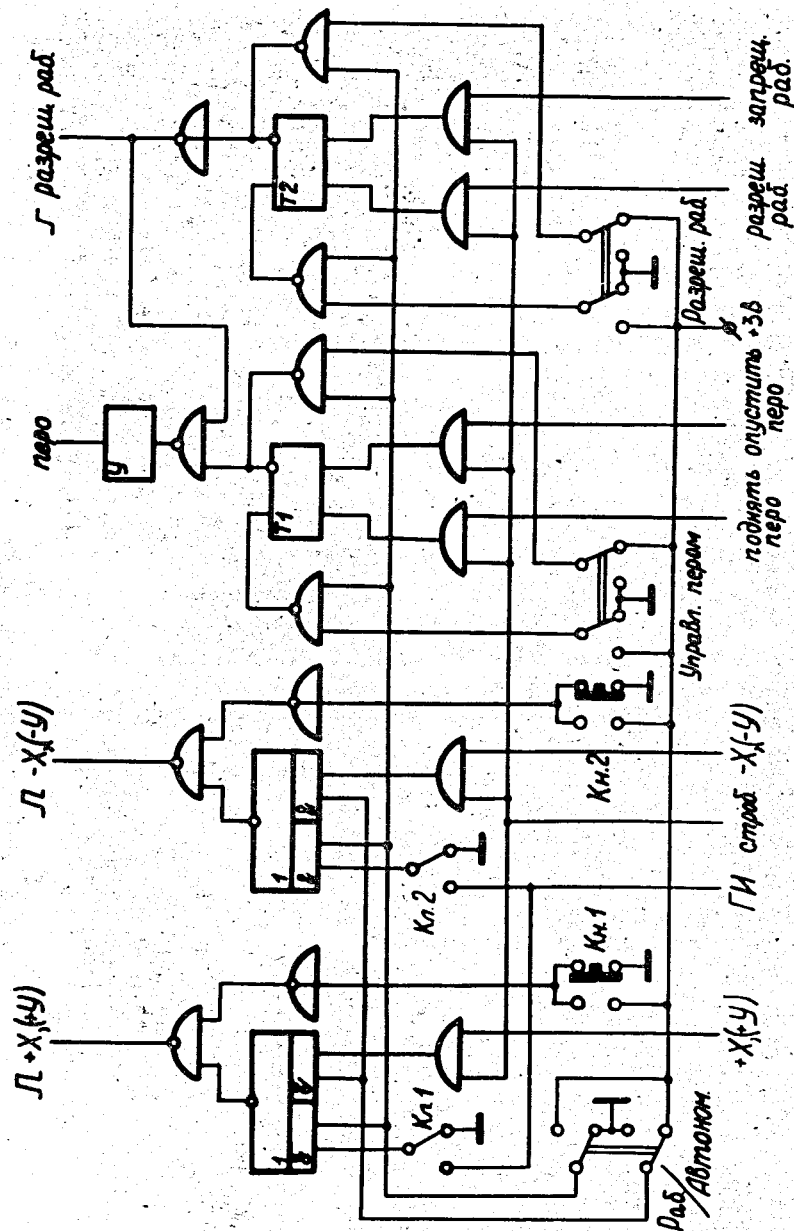


Рис. 2. Схема управления.

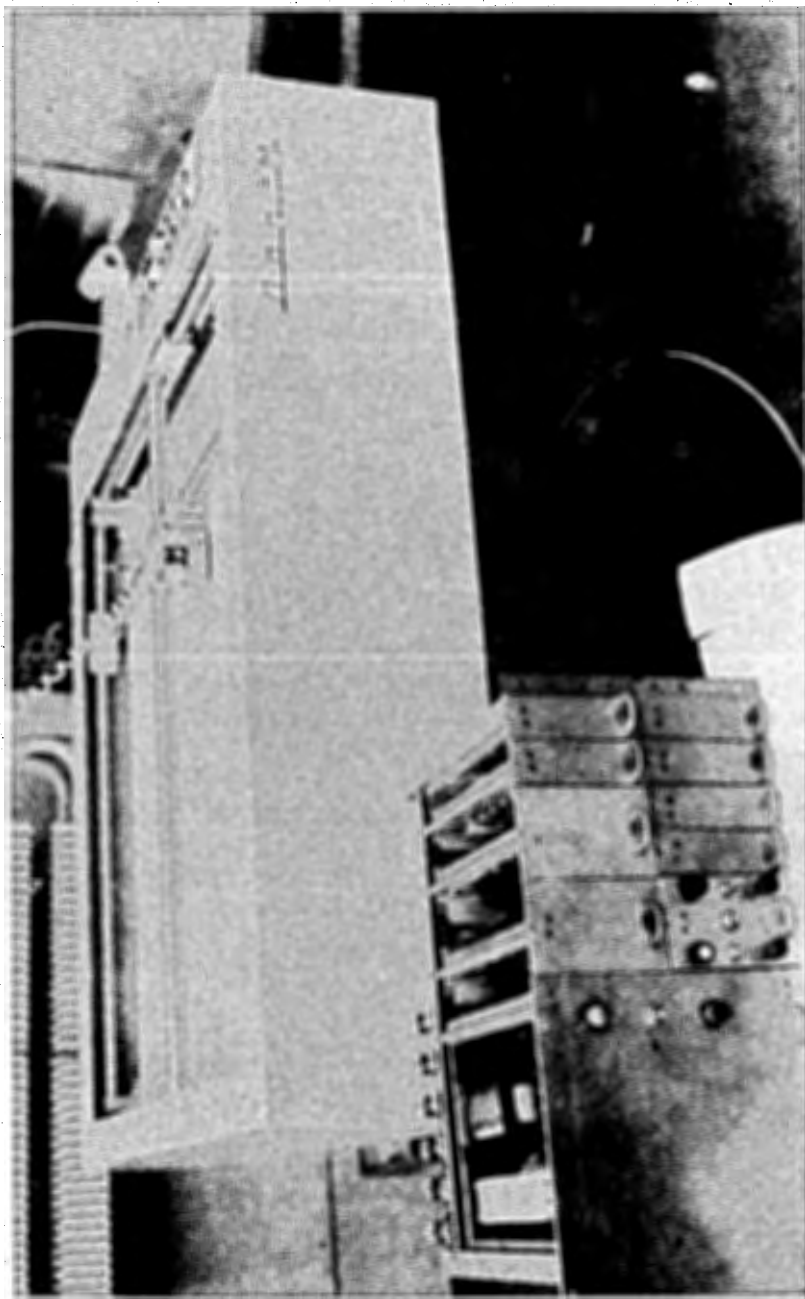


Рис. 3. Блок управления графопостроителем.

В таблице 1 приведены технические характеристики некоторых графопостроителей с шаговыми приводами. В первых трех столбцах таблицы представлены устройства, изготовленные в единичных экземплярах. Остальные типы устройств выпускаются серийно, или подготовлены к выпуску. Как видно из таблицы, данное устройство по техническим характеристикам находится на уровне существующих образцов.

#### *Устройство управления*

На рис. 2 представлена схема управления графопостроителем.

Триггер Т2 служит для хранения команды "разрешение работы". Он управляется как от ЦВМ, так и от клавиши с ПУ в режиме автономной работы.

Триггер Т1 управляет пером. Управление пером производится от ЦВМ по программе и от клавиши с ПУ графопостроителя. Опускание пера происходит только при наличии сигнала "разрешение работы".

Сигналы  $\pm x$ ,  $\pm y$  из ЦВМ поступают на коммутатор, если клавиша "работа/автоном" на ПУ находится в положении "работа".

Импульсы от отдельного генератора проходят на коммутатор в режиме автономной работы, если включены клавиши кл. 1 или кл. 2.

Прохождение импульсов от ЦВМ или генератора будет запрещено, если перо уходит за рабочее поле. Запрет прохождению сигналов осуществляют кнопки-концевики /кн. 1, кн. 2/, укрепленные на редукторе.

Схема управления выполнена на интегральных микромодулях серии 217. Сигналы от ЦВМ поступают на микромодули серии 215 /2ПН-151 - согласователь напряжения/.

Таблица №1

Параметры	АПТ/4/	Чертежная система МТК АН СССР	Разработ-ка ИД АН УССР	Екстрем (США)	Calcomp 565 (США)	Calcomp 565 (США)	Фран-ция	ДТУ-4 (СССР)	ДТУ-21 (СССР)	ДТУ-22 (СССР)	Данный графо-постро-итель
Быстродейст-вие: а) линейная скорость движения регистрирующ. органа, см/сек б) частота, Гц	800	10 800	3,3 -	5 -	7,5 300	7,5 300	9 900	5 1000	15 1500	20 2000	14 800
Величина эле-ментарного переме-щения, мм	0,0975	0,125	0,2	0,06	0,25	0,25	0,1	0,05/ 0,025	0,1/0,05	0,1/0,05	0,175
Размеры рабо-чего поля, мм а) плоского б) кругового	800x800	810/600	1000/800	1500x3600	-	305x3700	-	1050x1000	-	-	800x x800
	-	-	-	-	-	-	-	-	841x1600	380x x600	-

## Шеститактный реверсивный коммутатор

Трехтактная схема питания обмоток ШД является наиболее простой. Последовательность коммутации обмоток ШД при трехтактной схеме будет 1-2-3-1 . . . для левого вращения и 1-3-2-1 . . . . для правого вращения. При управлении по трехтактной схеме на двигатель подаются импульсы скважностью 3, сдвинутые относительно друг друга на  $120^\circ$ .

Большей надежностью и повышенной приемистостью обладает ШД с шеститактной схемой коммутации обмоток. При шеститактной схеме обмотки ШД переключаются в последовательности 1-13-3-32-2-21-1-13 . . . для правого вращения и в последовательности 1-12-2-23-3-31-1-12 . . . для левого вращения. Шеститактный коммутатор позволяет уменьшить цену импульса ШД вдвое по сравнению с трехтактной схемой. Поэтому в данной разработке применяем шеститактный коммутатор.

Функциональная схема шеститактного реверсивного коммутатора представлена на рис. 5.

Сигналы  $\pm x$ ,  $\pm y$  из схемы управления приходят на коммутаторы. Коммутатор состоит из схемы пересчета на 3 /Т3, Т4/ и коммутирующего триггера Т2. Коммутирующий триггер управляет схемами совпадений на выходах триггеров Т3 и Т4. Он запускается от схемы "И-ИЛИ" в зависимости от того, по какому из входов поступают управляющие импульсы. На счетном входе Т2 сигнал появляется через три импульса. Коммутирующий триггер включает одну из фаз двигателя.

Две другие фазы остаются включенными также в течение трех импульсов управления, но сдвинуты друг относительно друга на два импульса. Таким образом, скважность импульсов на выходе коммутатора равна двум, а период - шести периодам управляющей частоты.

Триггер Т1 необходим для подключения цепочки обратной связи /F1 или F2/ с триггеров Т3, Т4.

Сигнал  $+x$  поступает на счетный вход Т4 и включает триггер Т1 таким образом, чтобы на счетный вход Т3 поступали сигналы с F1.

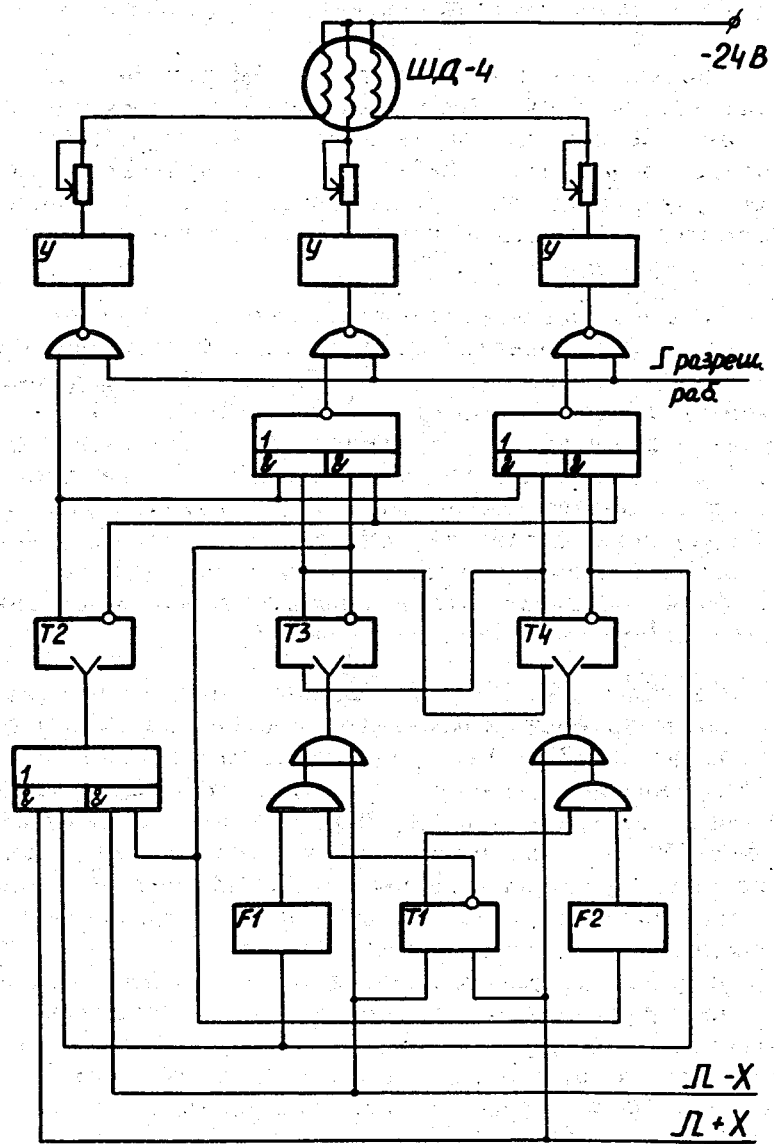


Рис. 4. Функциональная схема шеститактного коммутатора.

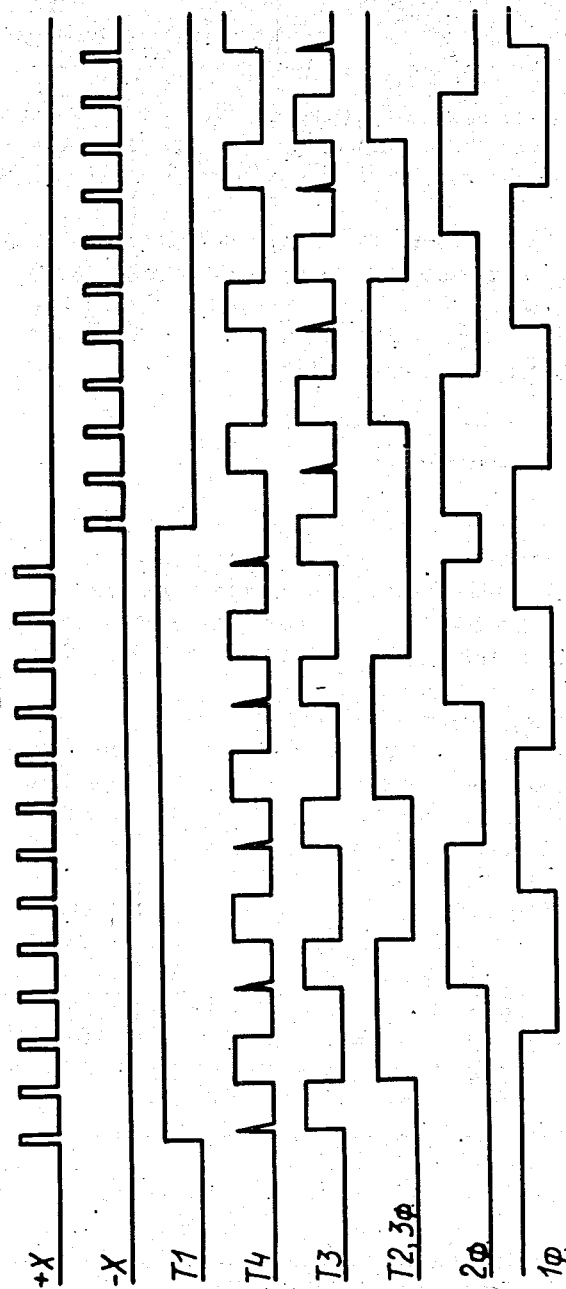


Рис. 5. Временная диаграмма работы коммутатора.



Схема коммутатора выполнена на интегральных микромодулях серии 217.

На выходе шеститактного коммутатора стоят управляющие вентили, которые пропускают сигналы с коммутатора на усилители при наличии сигнала "разрешение работы".

Усилитель /У/ служит для питания обмоток двигателя ШД-4. Он состоит из трех каскадов усиления. Через выходной каскад протекает ток 2,8 А. Длительность переднего фронта выходного импульса - 30 мксек, а длительность заднего фронта - 60 мксек.

#### Заключение

Устройство построения графиков на базе стола ДРП-3М разработано и изготовлено в отделе новых ускорителей ЛЯП. Объем интегральных схем составляет 50 микромодулей серии 217 и 4 микромодуля серии 215. Устройство построения графиков легко может быть изготовлено в лабораторных условиях, так как используются серийно выпускаемые узлы.

В дискретном графопостроителе положение начала координат безразлично. Это дает возможность изображения на одном листе нескольких кривых в разных масштабах, определяемых соответствующим коэффициентом в программе построения графика.

Вычерчивание графиков производится стержнем от шариковой ручки или фламастером. Это позволяет вычерчивать графики любым цветом в виде сплошной линии или отдельных точек. Стержень меняется вручную.

Описанный графопостроитель подключен к ЭВМ "Нанри-2" в 1972 г. За время эксплуатации он показал высокую надежность работы и обеспечивает точность, вполне достаточную для представления результатов расчетов в графическом виде.

Авторы выражают благодарность профессору В.П.Дмитриевскому за постановку задачи и полезные обсуждения. Авторы признательны М.Г.Акимову за помощь при модернизации стола ДРП-3М.

#### Литература

1. В.Т.Гиленко, Л.А.Меланченко и др. Автоматические построители графиков ЦВМ. Изд-во "Энергия", 1969 г.
2. Двухкоординатный регистрирующий построитель ДРП-3М, Казань, 1969 г.
3. В.А.Ратмиров, Б.А.Ивоботенко. Шаговые двигатели для систем автоматического управления. Госэнергоиздат, 1962 г.
4. В.Т.Гиленко, Л.А.Меланченко и др. Вопросы технической эксплуатации вычислительных машин. Выпуск 2, ВЦ АН СССР, 1969 г., стр. 68.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 июля 1973 года.