

Г-901

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2951 / 2-77



1/8-77

P11 - 10580

А.С.Л.Груиа, Ф.В.Левчановский, А.В.Никульников,
В.И.Приходько

ДИСПЛЕЙНЫЙ ПРОЦЕССОР В СТАНДАРТЕ КАМАК

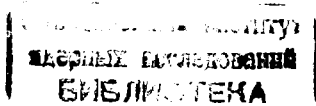
1977

P11 - 10580

А.С.Л.Груиа, Ф.В.Левчановский, А.В.Никульников,
В.И.Приходько

ДИСПЛЕЙНЫЙ ПРОЦЕССОР В СТАНДАРТЕ КАМАК

*Направлено на IX Международный симпозиум по ядерной
электронике, Варна, 1977 г.*



Дисплейный процессор в стандарте КАМАК

Описан дисплейный процессор в стандарте КАМАК, являющийся универсальным блоком, допускающим работу с графическими индикаторами любого типа. Построение изображения при помощи точек, векторов, окружностей и дуг осуществляется цифровым способом общей операционной частью дисплейного процессора. Операционный блок процессора выполняет функции сложения, вычитания и деления 10-разрядных слов, а также линейную интерполяцию. Векторы строятся с постоянной скоростью, а окружности и дуги - с постоянным временем. Скорость работы процессора выбирается в зависимости от скорости индикатора. Память генератора символов выполнена на двух интегральных ПЗУ общей емкостью 4096 бит. Способ построения символов - штриховой. Для оперативного взаимодействия с ЭВМ используются клавиатура, координатный шар и световой карандаш.

Дисплейный процессор может работать с любым стандартным контроллером крейга.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Display Processor in CAMAC System

Display processor in CAMAC system for any types of monitors is described. The display processor allows one to build on the screen the pictures consisting of the points, characters, vectors, circles, and archs. All these elements are generated in a digital way for high accuracy and stability. The speed of the processor is chosen depending on the speed of the monitor used. The processor has a built-in logic for a light pen, tracker-ball and keyboard. Any standard crate-controller may be used.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Дисплейный процессор в стандарте КАМАК является универсальным устройством, допускающим работу с графическими индикаторами любого типа /в том числе на запоминающей ЭЛТ^{1/} с добавлением дополнительного управляющего блока/, а также с различными ЭВМ, имеющими КАМАК-интерфейс. Дисплейный процессор /ДП/ осуществляет обработку поступающих из ЭВМ графических команд и обеспечивает вывод на экран индикатора изображений, построенных из точек, заданных в абсолютных или относительных координатах, символов, векторов произвольной длины и направления, окружностей и дуг.

Генерация векторов, окружностей и дуг осуществляется цифровым способом, в котором, в отличие от аналогового способа, полностью устраняется расстыковка линий, приходящих в одну точку. Дискретная структура изображения при этом практически не наблюдается, так как число адресуемых точек /1024x1024/ примерно в два раза выше разрешающей способности ЭЛТ, используемых в дисплеях.

К графическому индикатору информация поступает от ДП в аналоговой форме в виде X-, Y-, Z-сигналов. Для ввода в ЭВМ графической информации используются световой карандаш /в дисплеях с регенерацией изображения/ и координатный шар /в дисплеях на запоминающей ЭЛТ/. К ДП подключена также клавиатура для ввода алфавитно-цифровой информации и функциональных кодов /рис. 1/.

В ЛВТА ОИЯИ разработана обширная библиотека программ для графического дисплея СИГДа и дисплея на запоминающей ЭЛТ^{2/}, используемых в составе уда-

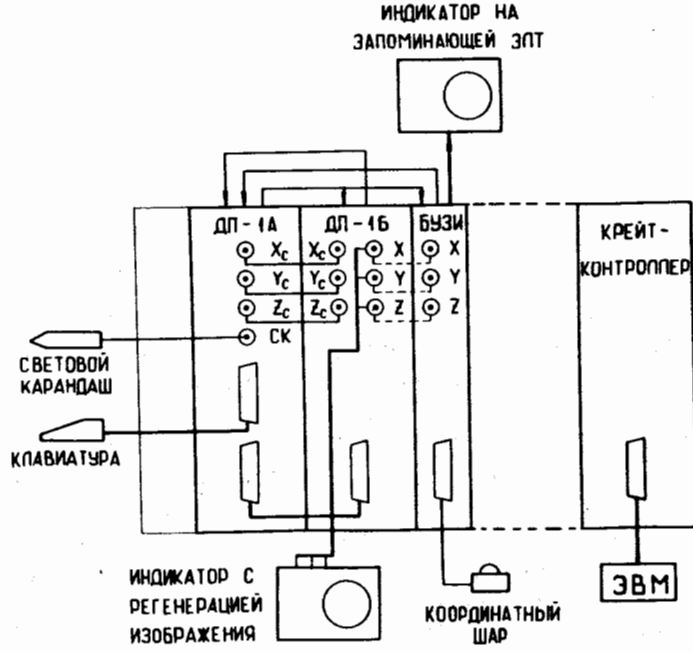


Рис. 1. Общий вид дисплейного процессора.

ленной дисплейной станции /УДС/ на базе ЭВМ М-6000^{/3/}. Для максимальной совместимости с существующим программным обеспечением в дисплейном процессоре используются те же форматы графических команд для обмена данными между ЭВМ и ДП, что и в УДС.

В ДП используются два типа графических команд: т.н. управляющие и информационные слова. Управляющее слово определяет режим работы ДП, а также имеет дополнительные признаки, при помощи которых подвергаются модификации все информационные слова, следующие за данным управляющим словом /рис. 2/. Информационное слово содержит в младших разрядах код координаты точки или величину приращения вектора, или радиус окружности /дуги/, или код начала /величины/ дуги. В старшие разряды заносятся признаки, управ-

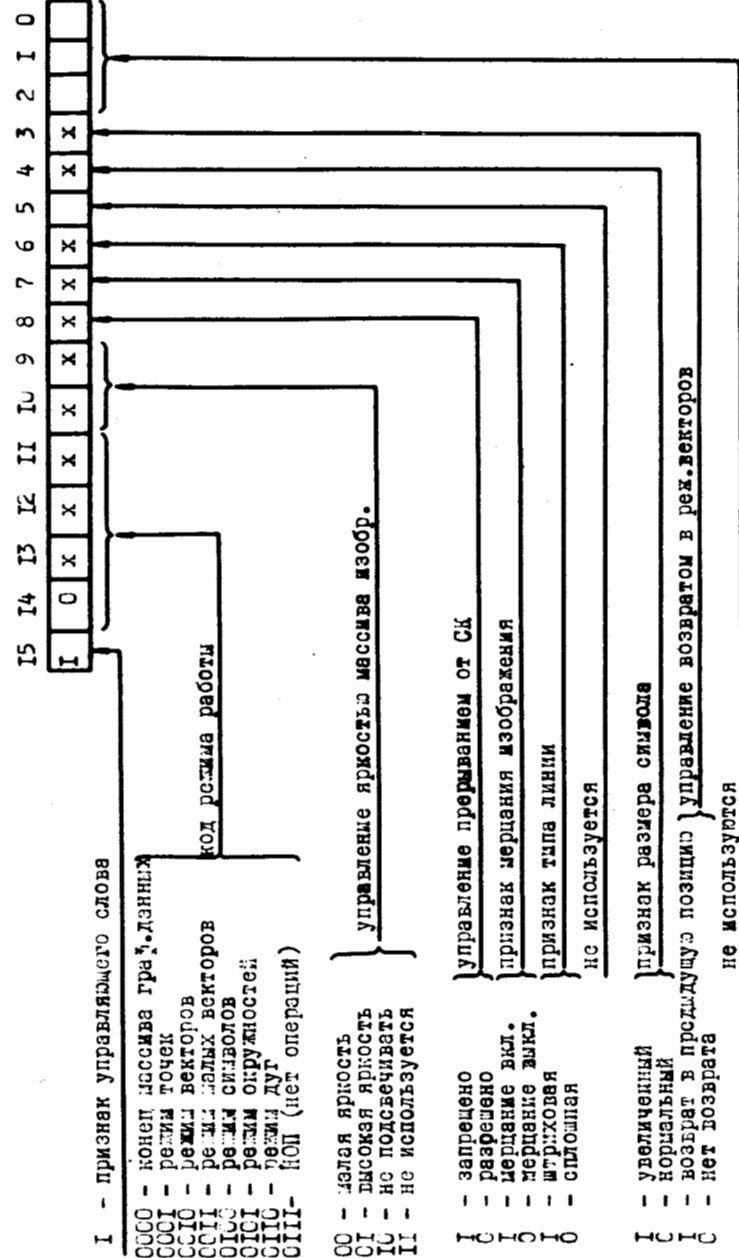


Рис. 2. Формат управляющего слова.

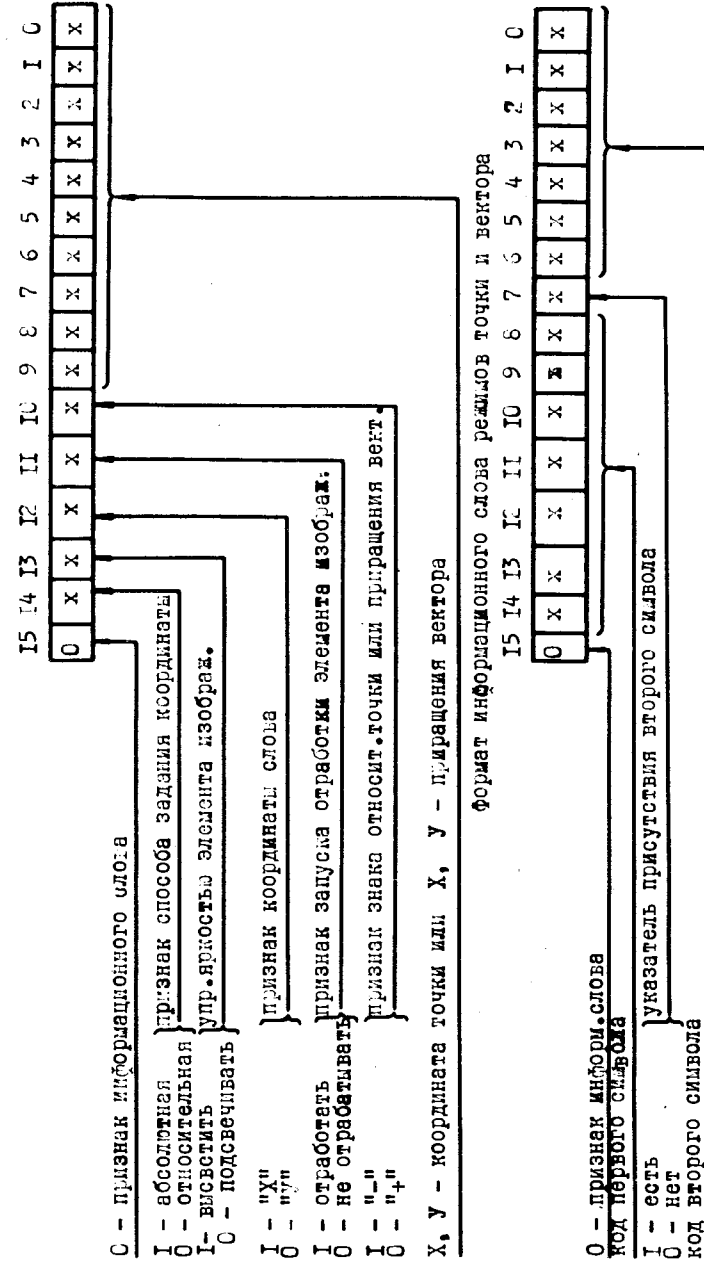
ляющие обработкой только этого слова. Так как для построения сложного элемента изображения требуется несколько информационных слов, то в последнем слове, относящемся к данному элементу, указывается признак "отработать" /II разряд/, по которому осуществляется запуск аппаратуры, генерирующей это изображение.

Форматы информационных слов для всех режимов работы ДП показаны на рис. 3,4. В целях экономии памяти ЭВМ в режиме символов в одном слове содержатся коды двух символов, а в режиме малых векторов - коды приращений $\pm\Delta X$ и $\pm\Delta Y$. Для удобства программирования при задании кода начала/величины/ дуги используются полярные угловые координаты, которые записываются в II младших разрядах информационного слова; младший разряд соответствует углу $\phi = 15^\circ$.

В ДП информация поступает с шин записи крейта КАМАК на блок ввода графических данных /рис. 5/.

В зависимости от состояния принимаемого 15 разряда, а также при наличии соответствующей команды NAF информация записывается стробом S1 на входные регистры управляющего /РУС/ или информационного слова /РИС/. Данные от РИС через коммутатор поступают на однонаправленную магистраль, к которой подключены операционный блок и генератор символов. Коммутатор используется при работе ДП в режиме символов или малых векторов. Все выходы РУС и старшие разряды /14÷10/ РИС соединены с распределителем управляющих сигналов и дешифратором графических команд. Распределитель управляющих сигналов координирует работу операционного блока ДП и генератора символов, при этом используется синхронно-асинхронный метод управления, как наиболее гибкий. Распределитель импульсов запускается стробом S2 /тактовая частота - 5 МГц/.

Основой дисплейного процессора в стандарте КАМАК является общий операционный блок, в котором реализуются все функции генерации точки, вектора, окружности и дуги. Этот блок выполняет арифметические операции сложения, вычитания, сравнения и деления 10-разрядных слов, а также операцию линейного интерполирования. Операционный блок /ОБ/ содержит два идентичных



Формат информационного слова режима символов.

Рис. 3. Формат информационного слова.

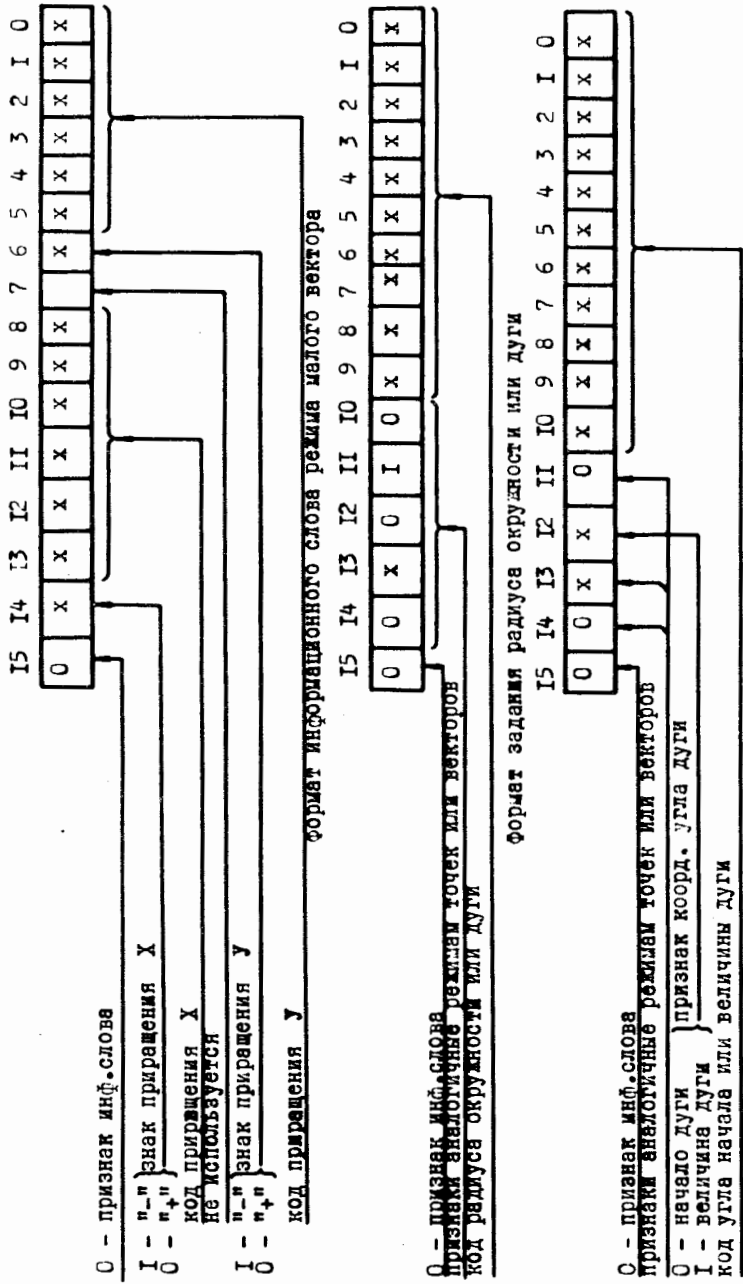


Рис. 4. Формат информационного слова.

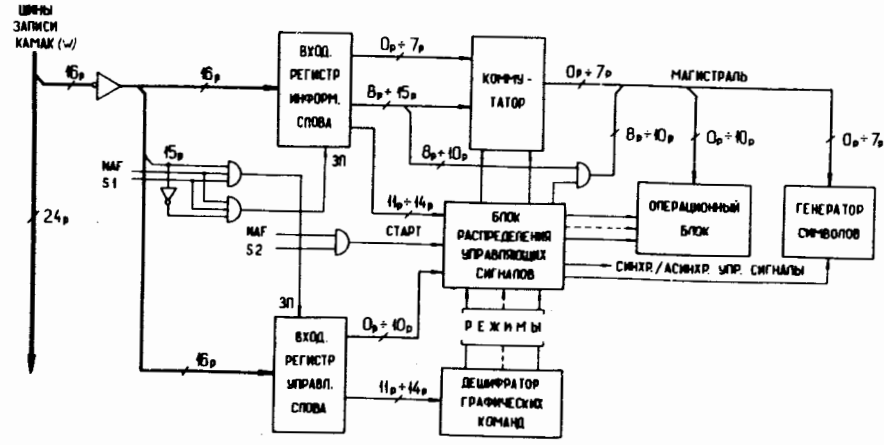


Рис. 5. Блок управления и ввода графических данных.

параллельных канала обработки X- и Y-координат /рис. 6/. Такое построение позволяет ОБ работать в режиме линейной интерполяции с параллельным переносом и обеспечивает высокую скорость построения изображения на экране ЭЛТ, что существенно важно при работе с быстродействующими индикаторами типа ОСК-2/4/. При этом достигается более высокая точность построения прямых линий и кривых второго порядка, чем при интерполяции с последовательным переносом^{5/}. Каждый канал ОБ состоит из:

- входного реверсивного регистра - счетчика /А/, необходимого для записи относительной координаты точки или приращения вектора, или радиуса окружности /дуги/;
- регистра перемещения (D) для определения конца отработки вектора или дуги;
- преобразователя прямого кода в дополнительный;
- сумматора;
- двух коммутаторов для распределения обрабатываемых данных;
- сдвигового регистра (B) ;
- выходного реверсивного регистра - счетчика (C) ;
- цифро-аналогового преобразователя с выходным усилителем.

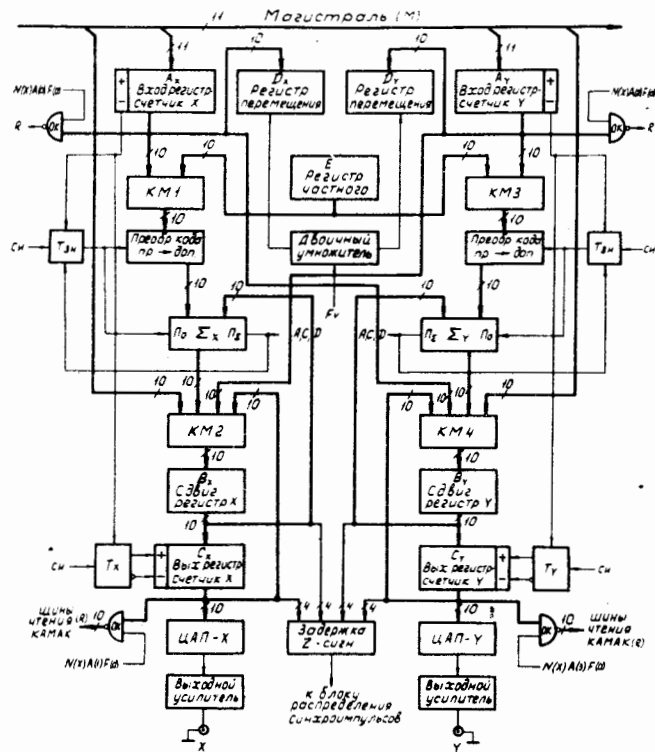


Рис. 6. Операционный блок дисплейного процессора.

Кроме того, ОБ содержит: регистр частного (E), используемый в операции деления и построения вектора; схему определения задержки Z-сигнала на время переходного процесса в отклоняющих усилителях индикатора и двоичный умножитель для пересчета заданного в градусах углового перемещения точки при построении дуги.

В схеме задержки Z-сигнала сравнивается разность между четырьмя старшими разрядами предыдущего и последующего положений луча по осям X, Y и большее значение заносится на регистр - счетчик. Затем из содержимого счетчика вычитается последовательность

импульсов, период следования которых согласован со скоростью работы отклоняющих усилителей индикатора.

Для определения графического объекта, от которого поступил сигнал прерывания, содержимое входных и выходных регистров ОБ поступает на шины чтения крейта КАМАК.

Рассмотрим режимы работы операционного блока.

Режим точек - используется для построения изображения из точек, заданных в виде абсолютных или относительных координат. При работе в абсолютных координатах содержимое магистрали /M/ заносится на сдвиговые регистры (B), а затем при наличии признака "отработать" переписывается на выходные регистры (C). Если в 13 разряде записана "1", то с задержкой, зависящей от величины перемещения луча, выдается сигнал подсвета Z. Этот способ адресации положения луча осуществляется одинаковым образом во всех режимах: в режиме векторов указывается начало линии, в режиме окружностей и дуг - центр окружности или дуги.

В режиме относительных точек /РТО/ содержимое магистрали записывается на входные регистры (A) и затем в зависимости от знака вычитается из содержимого выходных регистров или складывается с ним. Записав в одном из входных регистров какую-либо величину и произвольно меняя содержимое другого входного регистра, можно строить изображения в виде последовательных приращений /например, спектры/.

Граф-схема работы ОБ в режиме точек приведена на рис. 7. Проверка условных вершин и генерация синхримпульсов для записи информации в регистры осуществляется блоком распределения управляющих сигналов.

Режим векторов и малых векторов - предназначен для построения прямых линий произвольной длины и направления. С целью увеличения информационной емкости экрана индикаторов с регенерацией изображения в дисплейном процессоре вектор строится с постоянной скоростью. Давая выигрыш в быстродействии, этот способ позволяет также отказаться от сложных схем управления амплитудой Z-сигнала, необходимых при построении вектора с постоянным временем. Инфор-

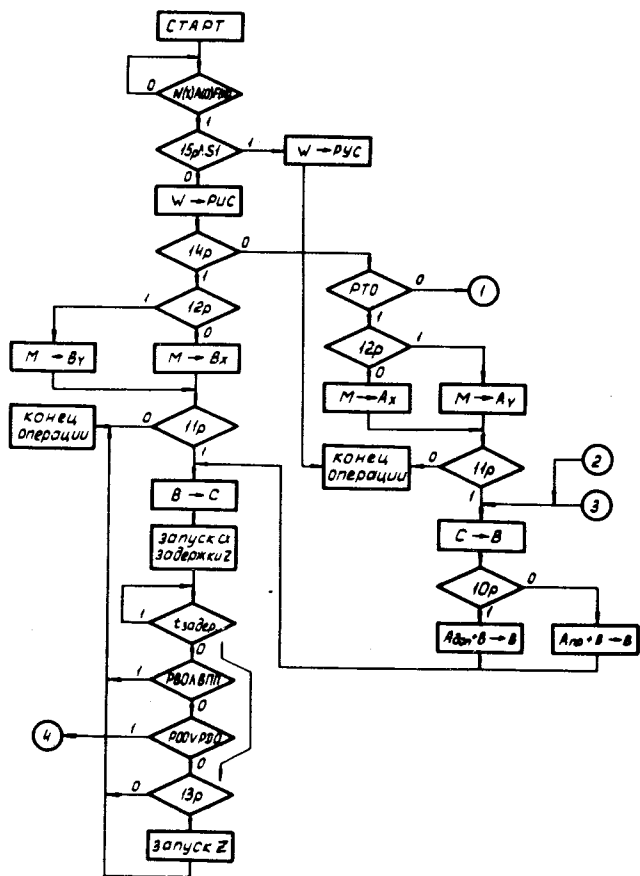


Рис. 7. Граф-схема алгоритма работы операционного блока в режиме точек.

мация о векторе в ДП поступает в виде координатных приращений $\pm\Delta X$ и $\pm\Delta Y$. Координаты начальной точки X, Y задаются один раз для каждой отдельной цепочки векторов. Для рисования вектора с постоянной скоростью

необходимо вычислять отношение $k = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$ /или $k = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$ /,

предварительно определив, какое из приращений меньше /на граф-схеме, приведенной на рис. 8, условно принято

$\Delta Y < \Delta X$ /. Поэтому перед операцией сравнения коды координатных приращений вектора поступают с магистрали не только на входные регистры (A) и регистры перемещений (D), но и на сдвиговые регистры (B) противоположного канала. В процессе сравнения анализируются выходные импульсы переноса сумматоров $/\Pi_{\Sigma}/$. Если $\Pi_{\Sigma} = 0$, то дальнейшая работа в этом канале за-

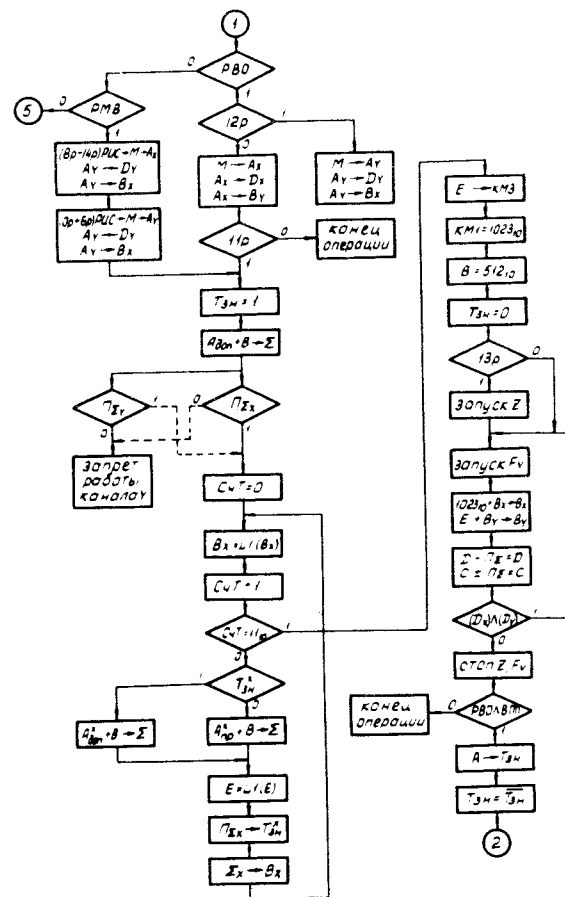


Рис. 8. Граф-схема алгоритма работы операционного блока в режиме векторов и малых векторов.

прещается, а операция деления производится в том канале, где $\Pi_{\Sigma} = 1$. После окончания деления регистр частного через коммутатор подключается ко входу сумматора канала Y , а на входе сумматора канала X устанавливается число 1023_{10} . Затем на сдвиговые регистры (B) записывается число 512_{10} , на триггерах знака сумматоров $/T_{3H}/$ устанавливается нуль, запускается генератор построения вектора (F_v) и операционный блок переходит в режим линейного интерполирования. В этом режиме происходит циклическое сложение содержимого регистра частного /по каналу, где приращение вектора меньше/ и числа 1023_{10} /где приращение больше/ с содержимым сдвиговых регистров. Импульсы переполнения сумматоров поступают на вычитающие входы регистров перемещений и на вычитающие /суммирующие/ входы выходных реверсивных регистров - счетчиков в зависимости от знаков приращений вектора. Циклическое сложение числа 1023_{10} /единицы во всех разрядах/ обеспечивает максимальную скорость перемещения луча по координате большего приращения, так как импульсы переполнения появляются с каждым тактом F_v . Когда содержимое обоих регистров перемещений становится равным нулю, одновременно выключается генератор F_v и подсвет вектора; затем проверяется признак возврата луча в предыдущую позицию /ВПП/. Если ВПП=1, то на триггерах знака восстанавливаются знаки приращений вектора, затем они инвертируются и приращения вектора вычитаются из содержимого выходных регистров. Как и в режиме точек, возможна работа с постоянным приращением по одной оси и переменными - по другой.

Другие модификации режима векторов и малых векторов указаны на рис. 2,3,4, а также описаны в работе /2/. Режим окружностей /дуг/ - используется для построения окружностей произвольного радиуса. Режим дуг отличается от режима окружностей тем, что по сигналу Z подсвечивается только определенный участок окружности. В отличие от векторов окружности и дуги с разными радиусами строятся за одно и то же время /способ построения с постоянным временем/. При этом трудностей с управлением Z -сигналом не возникает, так

как яркость высвечивания окружности прямо пропорциональна ее радиусу.

Перед началом отработки окружности /дуги/ триггеры знака выходного регистра (T_x, T_y) и счетчик квадранта /СчК/ устанавливаются в первоначальное /заданное/ состояние; в сдвиговые регистры заносится число 512_{10} и запускается генератор F_v , тактирующий операцию линейного интерполирования /рис. 9/. Импульсы переполнения сумматора канала X поступают на входной и

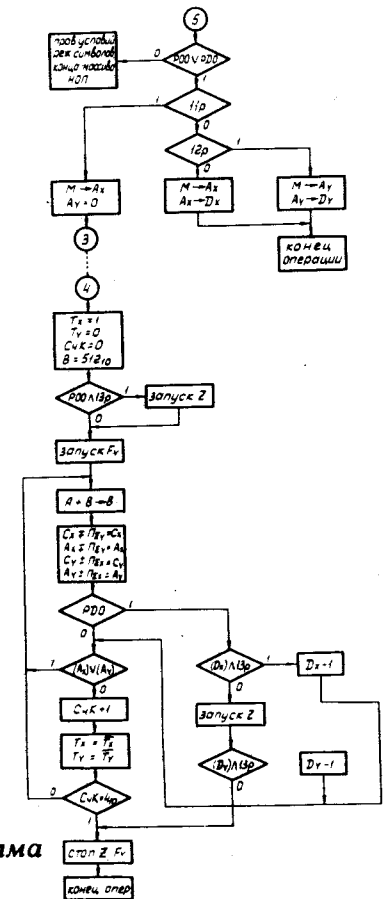


Рис. 9. Граф-схема алгоритма работы операционного блока в режиме окружностей и дуг.

выходной регистры канала Y и наоборот, причем в канале X они вычитаются из содержимого регистров, а в канале Y - складываются с ним. Таким образом осуществляется отрицательная обратная связь, необходимая для отработки окружности. После прохождения первого квадранта /содержимое одного из входных регистров канала равно нулю/ переключаются триггеры знака выходных регистров, и операция интерполирования продолжается до тех пор, пока не будет пройден четвертый квадрант. В режиме дуг пересчитанные импульсы генератора F_v поступают на вычитающие входы регистров перемещений (D), в которых записаны начало и величина дуги в градусах. При равенстве нулю содержимого регистра D_x включается сигнал Z , при равенстве нулю регистра D_y Z выключается и цикл построения дуги заканчивается.

Частота генератора F_v выбирается в зависимости от быстродействия подключенного к ДП графического индикатора /максимальная частота - 5 МГц/.

Режим символов. В этом режиме осуществляется генерация на экране ЭЛТ символов в соответствии с ГОСТом 13052-67, кроме строчных букв русского и латинского алфавита. Метод построения символов - штриховой ^{6/}. Информация о конфигурации символа находится в постоянном запоминающем устройстве /ПЗУ/. В качестве ПЗУ используются две большие интегральные схемы типа К5ЯПО11 емкостью 2048 бит каждая с организацией 256 слов по 8 разрядов и специальной "прошивкой". При генерации символов сначала выбирается код и строится первый символ, затем проверяется признак, указывающий на наличие второго символа, и если в 7 разряде записана "1" /см. рис. 3/, то строится второй символ. Генератор обеспечивает построение символов двух размеров /размер символа задается признаком "масштаб" в управляющем слове/.

Генератор символов и устройства ввода графической информации будут подробно рассмотрены в отдельной работе.

Режим "Конец массива" используется в дисплеях с регенерацией изображения для кадровой синхро-

низации изображения с частотой сети. Управляющее слово, задающее этот режим, выдается в конце массива графических данных, поступающих из ЭВМ в ДП. В режиме "Конец массива" запрос на прием следующего слова из ЭВМ появляется только при переходе сетевого напряжения через нулевое значение. При большом объеме выводимой на экран информации частота синхронизации автоматически уменьшается в два раза.

Режим "Нет операции". В этом режиме дисплейный процессор не выполняет операций построения изображения и все блоки ДП остаются в прежнем состоянии. Режим НОП используется для временных задержек.

Команды КАМАК, управляющие работой дисплейного процессора

Команды записи /чтения/:

- NA(0)F(0) - чтение содержимого входного регистра канала X ;
- NA(1)F(0) - чтение содержимого выходного регистра канала X ;
- NA(2)F(0) - чтение содержимого входного регистра канала Y ;
- NA(3)F(0) - чтение содержимого выходного регистра канала Y ;
- NA(4)F(0) - чтение содержимого входного регистра клавиатуры;
- NA(0)F(16) - запись информации на входные регистры управляющего /информационного/ слова.

Команды проверки и сброса L-сигналов:

- NA(0)F(8) - проверка L-требования конца операции ДП;
- NA(1)F(8) - проверка L-требования светового карандаша или координатного шара;
- NA(4)F(8) - проверка L-требования клавиатуры;
- NA(15)F(8) - проверка общего L-требования;
- NA(0)F(10) - сброс L-состояния конца операции ДП;

- NA(1)F(10) - сброс L-состояния светового карандаша
или координатного шара;
NA(4)F(10) - сброс L-состояния клавиатуры;
Z.S2 - сброс всех L-состояний.

При проверке L-требований сигнал $Q=1$, если соответствующее требование присутствует, и $Q=0$ - в противном случае. Для управления триггером маскирования L-сигнала от клавиатуры используются функциональные коды /ДП работает в режиме символов/: HT(STX)-разрешить L-требование и ПУС (NUL)- запретить L-требование.

В зависимости от типа используемого контроллера крейта обмен данными между ЭВМ и дисплейным процессором может осуществляться в режиме индивидуальных запросов /по одиночным L-требованиям/ и в режимах групповой передачи: повторения (UQC) и останова с синхронизацией L-сигналом (ULS) /7/. Изменение режима работы производится путем установки перемычек на плате ДП.

Авторы благодарят Ю.Бечера и А.Д.Полынцева за полезные обсуждения в процессе разработки дисплейного процессора.

Литература

1. Левчановский Ф.В., Никульников А.В., Приходько В.И. ОИЯИ, P11-10579, Дубна, 1977.
2. Дорух Х. и др. ОИЯИ, P11-8494, Дубна, 1974.
3. Кавченко А.В. и др. ОИЯИ, P10-9325, Дубна, 1975.
4. Корнев В.И., Никульников А.В., Приходько В.И. ОИЯИ, P10-8355, Дубна, 1974.
5. Воронов А.А. и др. Цифровые аналоги для систем автоматического управления. Москва-Ленинград, Изд. Академии наук СССР, 1960.
6. Лыков Ю.И., Приходько В.И. Авторское свидетельство СССР, 450.204, кл. ЖОбк 15/20 от 26.03.73 г. Бюлл. ОИПОТЗ, 1974, №42, с. 108.
7. BLOCKTRANSFERS IN CAMAC SYSTEMS. ESONE-NIM COMMITTEES (EUR 4100e SUPPL.), 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 апреля 1977 года.