

ВЫВОД ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЭКРАН ЭЛТ

В.А. Львов, Н.Ф. Сычев

Успех решения многих научных задач на ЭЦМ зависит от наглядности представления результатов вычислений. Часто результатами обработки исходных данных являются некоторые зависимости, представляемые в графическом виде. Оперативное наблюдение промежуточных результатов решаемой задачи посредством вывода их на устройства отображения информации дает возможность научному работнику оценить ход решения задачи и определить направление дальнейших исследований. Кроме того, быстрое получение ответа на поставленный вопрос в приемлемой для человека форме может значительно сократить потребность машинного времени и ускорить получение результатов научных исследований.

Для оперативного представления графической информации за границей в последние годы широко применяются устройства вывода на экран электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) [1,2,3,4]. Эти устройства нередко содержат средства обратной связи, т.е. дают возможность вводить в ЭЦМ дополнительную информацию в процессе решения задачи и редактирования полученных результатов [3,5,6]. Устройства вывода на ЭЛТ способны работать с большой скоростью, используя при этом незначительную часть общего машинного времени. Неограниченное разнообразие представления графической информации позволяет применять устройства вывода на ЭЛТ при решении задач в самых различных областях науки и техники [2,4,7].

Изображение на экране ЭЛТ может представлять собой любой алфавитно-цифровой текст, графический чертеж, снабженный подписями и размерами, или схему с различными символьными обозначениями [8]. На экране может быть изображена изометрическая проекция изделия с разных точек зрения, а также получены стереоскопические

пары. При выводе непрерывно меняющихся изображений можно получить движущиеся изображения, что позволяет наблюдать характеристики различных процессов в их развитии [9]. Применение подобных устройств вывода сближает человека и машину и позволяет эффективнее использовать результаты вычислений ЭЦВМ.

Формирование графических изображений на экране ЭЛТ может осуществляться различными способами. Из них здесь целесообразно отметить следующие:

а) СИМВОЛЬНЫЙ. Графическое изображение разлагается на отдельные элементы – "символы" (точка, отрезок прямой, дуга окружности, алфавитно-цифровые знаки и т.д.). Каждый символ снабжается необходимыми характеристиками (координаты точки, длина отрезка прямой и т.д.). В общем виде характеристики символа должны определить ориентацию и расположение данного символа относительно других и координаты его положения на поле экрана. Устройство вывода изображения снабжается списком реализуемых символов, а посредством некоторого набора их осуществляется формирование требуемого изображения. При этом каждому символу из списка в устройстве вывода на ЭЛТ поставлен в соответствие специальный генератор, реализующий изображение данного символа.

Этот способ обладает большой гибкостью формирования изображений, простотой программного обеспечения и высокой скоростью работы, что является причиной его наибольшего распространения. Возможность постепенного наращивания списка символов, реализуемых устройством вывода, является одним из достоинств символьного метода формирования изображений, причем в зависимости от конкретного применения этого устройства список может меняться и дополняться [8].

б) РАСТРОВЫЙ. Изображение на экране получается путем подсвета определенных точек раstra, подобного телевизионному, образуемого путем последовательного прохождения электронного луча по всей площади экрана. Расположение светящихся точек, образующих видимое изображение, определяется матрицей, хранимой в памяти ЭЦВМ. Этот способ обеспечивает наиболее быстрый вывод сложных изображений. Весьма существенные недостатки способа заключаются в сложности программ формирования изображения, в требовании большого объема памяти при образовании даже очень простых изображений. Растровый способ позволяет сравнительно просто осуществлять вывод изображений с большим числом градаций яркости. Выводимое изображение может формироваться несколькими матрицами, хранящимися в памяти ЭЦВМ. Например, в одной матрице может

храниться постоянная (основная) часть изображения, в других – переменная, накладываемая на основное изображение. Растровый способ можно считать частным случаем символьного, в списке символов которого только один переменный символ – матрица.

Аппаратурное выполнение системы отклонения луча при реализации указанных способов существенно различно, поэтому, как правило, в устройствах вывода применяется один из упомянутых методов формирования изображения. С целью скорейшего обеспечения научных работников средствами оперативного представления графической информации и разработки методов использования этих средств в научных исследованиях в Институте математики СО АН СССР было разработано устройство вывода на ЭЛТ, реализующее символьный способ формирования изображений с простейшим набором символов. В описываемом устройстве реализовано только два символа: "точка", "вектор специальный".

Характеристикой символа "точка" являются ее координаты $X; Y$, каждая из которых кодируется 10-разрядным двоичным числом. В одной ячейке памяти УВМ "Днепр" (рис. 1а) размещаются координаты одной точки (I–10 разряды – координата X ; II–20 разряды – координата Y).

								координата "у"		координата "х"	
26	25	24	23	22	21	20		II	IO		I

Рис. 1а

	длина вектора		наличие вектора		координата "у"			координата "х"			
26	25		21	20		17	16		9	8	I

Рис. 1б

Характеристикой символа "вектор специальный" являются: а) координаты начала вектора X , Y (по 8 разрядов на каждую координату), б) вид вектора, записываемый 8-разрядным кодом.

Символ "вектор специальный" представляется отрезками прямой, исходящими из точки начала вектора в четырех взаимно-перпендикулярных направлениях (рис. 2). Длина отрезка может быть равна одной или двум условным единицам (Δ или 2Δ); в одном символе могут присутствовать одновременно все четыре взаимно-перпендикулярных отрезка. При кодировании вида вектора в первых четырех разрядах проставляется код наличия векторов по четырем на-

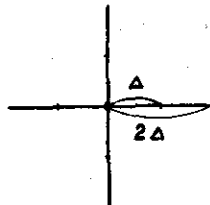


Рис. 2.

правлениям, в оставшихся разрядах проставляется длина вектора по каждому направлению отдельно (рис. 1б). Нулю соответствует единичная длина, единице — удвоенная. Основное назначение символа "вектор специальный" состоит в представлении схем настройки вычислительной среды [10].

Блок-схема устройства вывода изображена на рис. 3. Устройство вывода работает совместно с управляющей ЭЦМ "Днепр".

В качестве индикаторного устройства использована трубка типа 4ЗЛКЗБ со специальными отклоняющими катушками для повышения скорости установки луча в нужную точку экрана. Усилители отклонения $У_1$, $У_2$ выполнены по схеме усилителей постоянного тока с полосой пропускания $0 + 250$ кГц и выходным током до 5а [11]. Линейность амплитудной характеристики усилителей не хуже 1,5%.

Режим работы устройства вывода, т.е. вид выводимого символа, задается по команде из УВМ. При выводе символа "точка" на выходной регистр УВМ выданы координаты точки. Коды координат посредством цифро-аналоговых преобразователей переводятся в соответствующие напряжения, обеспечивающие через усилители отклонения $У_1$, $У_2$ установку луча в заданное место экрана. Роль генератора точки выполняет устройство управления. После выдачи кода координат точки через определенное время, необходимое для установки луча в заданную точку, из устройства управления выдается импульс подсвета. Время установки луча в любую заданную точку экрана трубки с точностью 0,5% в нашем случае не превышает 70 миксек. Это время очень велико и приводит к заметному мерцанию изображения при выводе большого количества точек, но для отработки методики использования вывода изображений на экран ЭЛТ это время вполне допустимо.

Пример изображения, сформированного из отдельных точек и выведенного на экран ЭЛТ из ЭЦМ "Днепр", показан на рис. 4.

При выводе символа "вектор специальный" управление работой устройства вывода передается генератору этого символа. Генератор символа "вектор специальный" состоит из двух одинаковых схем формирования вектора по осям "X" и "Y". Одна из схем формирования вектора показана на рис. 5. Формирование вектора осуществляется с помощью 4 генераторов тока $Г_1 + Г_4$, причем в исходном состоянии генераторы $Г_1$ и $Г_2$ открыты, а генераторы $Г_3$ и

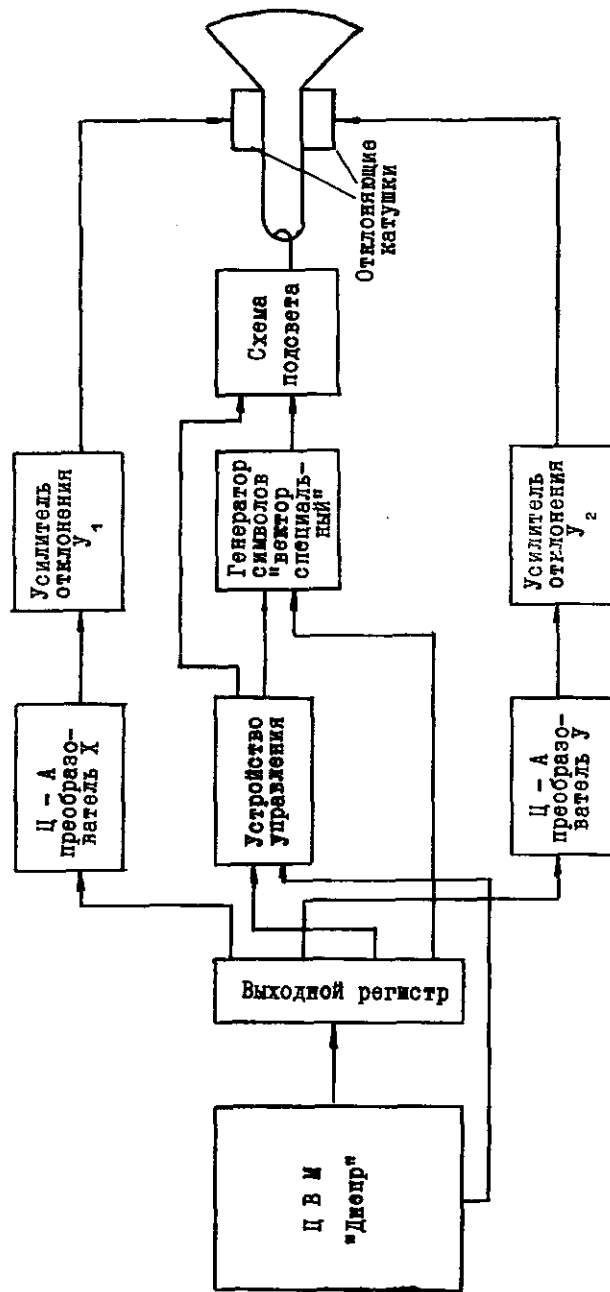


Рис. 3.

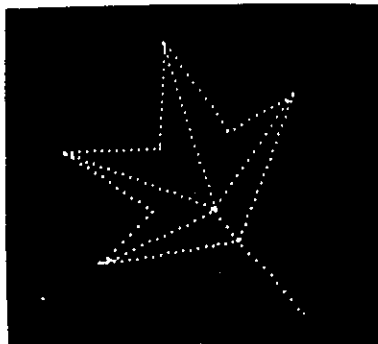


Рис. 4.

Г4 - закрыты. Выходы всех генераторов через развязывающие большие сопротивления R подключены к общему сопротивлению нагрузки $R_{нагр.}$ (общее с нагрузочным сопротивлением соответствующего аналого-цифрового преобразователя). При работе каждого генератора тока через нагрузочное сопротивление протекает единичный ток, вызывающий соответствующее смещение пятна на экране ЭЛТ.

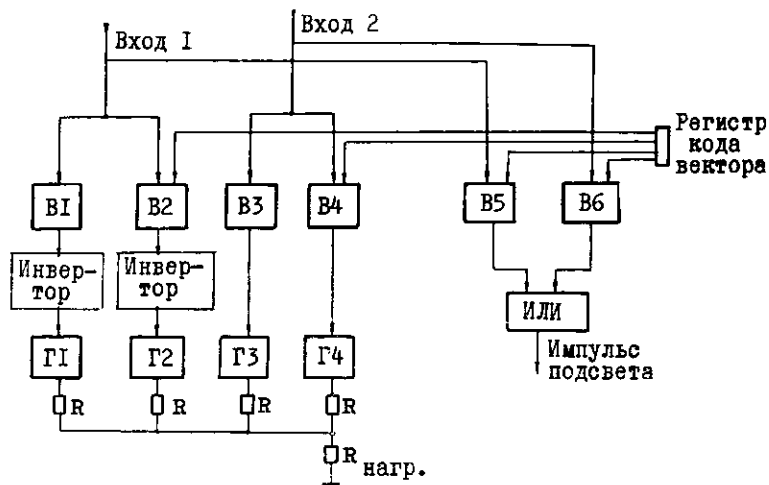


Рис. 5.

Управление генераторами осуществляется через вентили В1 - В4. Разрешение на вентили В2, В4 поступает с регистра "код вектора", содержание которого определяет длину изображаемого вектора. При поступлении импульса запуска на вход 1 и при наличии разрешения на вентиле В2 закрываются генераторы Г1 и Г2, ток в нагрузке уменьшается и электронный луч отклоняется на величину (-2Δ) . При отсутствии разрешения на вентиле В2 закрывается только ге-

нератор Г1 и луч отклонится на величину $(-\Delta)$, реализуя вектор единичной длины. Аналогично при поступлении импульса на вход 2 открываются генераторы Г3, Г4, образуя дополнительное напряжение на нагрузке и реализуя положительное отклонение луча. В зависимости от наличия разрешения на вентиле В4, отклонение будет составлять $(+2\Delta)$ либо $(+\Delta)$. Запускающие импульсы на входах 1 и 2 и на соответствующих входах схемы формирования вектора по другой оси сдвинуты во времени на величину длительности формирования вектора одной полярности, поэтому формирование векторов по всем 4-м направлениям происходит поочередно. Подсвет вектора на экране ЭЛТ определяется работой схемы, состоящей из вентиля В5 и В6 и схемы "ИЛИ" (схема "ИЛИ" общая для схем формирования по обеим осям). При поступлении на вентили разрешающего сигнала с регистра "код вектора", запускающие импульсы проходят через вентили на схему "ИЛИ", образуя импульс подсветки, действующий во время отклонения луча. Полное формирование символа "вектор специальный" занимает 500 мксек. Примеры изображений символа "вектор специальный" в различных модификациях, выведенных из ЭЦВМ "Днепр" посредством описываемого устройства, представлены на рис. 6.

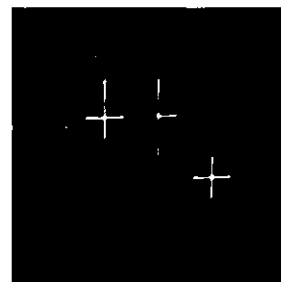


Рис. 6.

Общие технические характеристики устройства следующие:

1. Полезная площадь экрана 25x25 см.
2. Вся полезная площадь представляется матрицей в виде 1024 x 1024 точек.
3. Скорость вывода символа "точка" до 15000 точек/сек.
4. Скорость вывода символа "вектор специальный" до 2000 симв/сек.
5. Диаметр пятна 0,7 мм.

Л и т е р а т у р а

1. Устройства ввода и вывода графической информации к ЭЦВМ. Обзор зарубежного опыта. ГОССТРОЙ СССР, ГИПРОТИС, М., 1967.
2. М.Д. ПРИНС. Графические методы связи человек-вычислительная машина при машинном проектировании. Труды ИИЭР, русский перевод, том 54, № 12, 1966, ВИНТИ, М., 1967.

3. ЛЬВИН (M.H.LEWIN). О графических оконечных устройствах ЭЦМ.
- Труды ИИЭР, русский перевод, 1967, № 9.
4. A. van DAM. Computer-driven displays and their uses in man/machine interaction. - In: F.L.Alt (Ed.) Advances in computers. Vol.7. Academic Press, New York, 1966, p.239-290.
5. B.M.GURLEY, C.E.WOODWARD. Light-pen links computer to operator. - Electronics, 1959, vol.32, Nov.20, p.85-87.
6. M.R.DAVIS, T.O.KELLS. The RAND tablet: A man-machine graphical communication device. - Instruments and Control Systems, 1965, vol.38 № 12, p.101-103.
7. J.C.R.LICKLIDER. Man-computer symbiosis. - IRE Trans.Human Factor in Engineering, 1960, Vol. HFE-1, March, p.4-11.
8. FERRANTI Argus Display Systems 30 and 40. Manchester, Febr. 1968.
9. K.C.KNOWLTON. A computer Technique for Producing Animated Movies. AFIPS Conf. Proc., 1964, vol.25, p.67-87.
10. А.И.МИШИН, Н.Ф.СЫЧЕВ, В.Г.ХРУШЕВ. Об автоматизации ввода информации в вычислительную среду. Данный сборник, стр. I4I-I45
11. Cathode Ray Tube Display Model 9185. SDS, Technical Manual, 1966, May.

Поступила в редакцию
13 августа 1968 г.