

УДК 681.327.11

Петров Г.М.
Батанист М.Л.
Ратников А.Н.
Шубин Ю.А.

ГРАФИЧЕСКИЕ ДИСПЛЕЙНЫЕ УСТРОЙСТВА ЕС ЭВМ

Рассматриваются основные технические параметры устройств ввода-вывода алфавитно-цифровой и графической информации ЕС-7064 и ЕС-7905.

Показаны отличительные особенности построения устройства ЕС-7905.

Электронные вычислительные машины Единой системы в последнее время все чаще начинают использоваться для автоматизации проектно-конструкторских работ в режиме активного диалога оператора с машиной.

Как известно, наиболее эффективными средствами для осуществления такого диалога являются графические дисплейные устройства.

Для ЕС ЭВМ в настоящее время серийно выпускается устройство ввода-вывода алфавитно-цифровой и графической информации ЕС-7064 [1].

Устройство имеет традиционную структуру устройства с локальным подключением к стандартному каналу ЕС ЭВМ и включает следующие функциональные части:

блок управления (БУ);

3У регенерации;

блок сопряжения со стандартным каналом (БСК);

блоки генераторов символов и векторов (ГС, ГВ);
блок индикатора (БИ) на ЭЛТ со световым пером (СП);
алфавитно-цифровую клавиатуру (АЦК) и функциональную клавиатуру (ФК);

координатную ручку.

Конструктивно ЕС-7064 состоит из экранного пульта (ЭП), выполненного в виде стола с размещенными на нем индикатором и диалоговыми средствами взаимодействия, и устройства управления, размещенного в типовой стойке ЕС ЭВМ.

Устройство обладает достаточно высокими техническими параметрами. Оно обеспечивает вывод на экран ЭЛТ без мерцания информации следующего объема: 2100 символов или 3300 коротких векторов (длиной менее 64 растровых единиц), или 950 средних векторов (до 512 растровых единиц), или 400 длинных векторов (до 1024 растровых единиц). Величина растровой единицы 0,25 мм. Рабочее поле экрана 250х250 мм. Емкость ЗУ регенерации 8 Кбайт.

В 1979 г. проведена модернизация устройства, предусматривающая повышение качества изображения, замену ферритового ЗУ на полупроводниковое, применение унифицированных блоков и узлов.

Для обеспечения работы устройства с машинами ЕС разработано программное обеспечение, в состав которого входит графический метод доступа, макрокоманды генерации графического изображения и пакет графических подпрограмм.

Дальнейшим развитием устройства ЕС-7064 в части улучшения технико-экономических показателей является групповое устройство ввода-вывода алфавитно-цифровой и графической информации на ЭЛТ - устройство ЕС-7905, представляющее комплекс устройств, включающий устройство группового управления ЕС-7565 и от двух (основной состав) до четырех экранных пультов ЕС-7065. ЕС-7905 предназначено для организации многопультовых диалоговых систем на основе ЕС ЭВМ.

По информационным параметрам (объем выводимой информации, формат данных, программное обеспечение) каждый экранный пульт эквивалентен устройству ЕС-7064.

По сравнению с ЕС-7064 устройство ЕС-7905 имеет следующие преимущества:

рабочее место оператора - экранный пульт ЕС-7065 (индикатор, устройство ввода и устройство управления экранным пультом) устанавливается вне машинного зала, так как пульт может быть удален от устройства управления ЕС-7565 на расстояние до 500 м; при одном физическом сопряжении с каналом обеспечивается логическая адресация до четырех экранных пультов; программное обеспечение позволяет произвольно распределять общую память объемом 32 Кбайт между различными ЭП; расширен состав внутренних команд с 24 до 38, что повышает функциональные возможности устройства при формировании и редактировании изображений без обращения к ЭВМ; в состав экранного пульта входит планшет (Плш), что обеспечивает ввод графической информации с одновременным контролем ее на экране индикатора;

для получения твердой копии изображения на экране ЭЛТ предусматривается подключение к экранному пульту устройства оперативного документирования.

Применение устройства ЕС-7905 позволяет получить экономический эффект за счет использования около 60-70% оборудования устройства управления в режиме разделения времени между несколькими экранными пультами, который для одного устройства ЕС-7905 с четырьмя пультами будет составлять 73 тыс. рублей.

Для обеспечения высоких информационных параметров каждого экранного пульта подготовка данных для отображения на экране очередного элемента изображения (выборка из ЗУ, передача в ЭП, вычисление приращений и т. п.) производится во время отображения предыдущего элемента. При этом поочередно подготавливается информация, необходимая для изображения одного элемента (точки, вектора, символа). В состав этой информации входят два байта кода команды и от двух до четырех байтов данных. В устройстве управления имеется схема, поочередно подключающая буферные регистры (БРг) каждого экранного пульта к ЗУ. Из буферных регистров данные передаются в ЭП по сигналу готовности этого пульта принять информацию. Если при подключении ЗУ к регистрам любого экранного пульта предыдущая информация из них еще не передана в этот ЭП, то ЗУ автоматически переключается на выборку данных для следующего пульта и т. д. При возникновении запроса в канале на работу с одним из четырех пультов адрес этого пульта устанавливается вне очереди.

Обработка сигналов клавиатур каждого ЭП производится последовательно. В одном кадре регенерации производится обработка сигналов только от одного ЭП.

В устройстве ЕС-7905 имеется общее для всех экранных пультов полупроводниковое ЗУ регенерации на 32 Кбайт расположенное в устройстве управления. Распределение памяти между ЭП выполняется центральной ЭВМ и может быть произвольным. Благодаря этому легко обеспечить любой из ЭП таким объемом памяти, который необходим для формирования изображения в данный момент времени.

Для обеспечения на экране указанного ранее объема информации требуется быстрая передача данных из ЗУ регенерации в ЭП. Поэтому в устройстве применена линия связи, обеспечивающая передачу со скоростью 9 Мбит/с. Надежность линии связи обеспечивается специальной системой обмена данными. Возникает вопрос: нельзя ли уменьшить требования к линии связи, установив ЗУ регенерации непосредственно в ЭП? Однако анализ работы устройства показывает, что если управление является общим для группы пультов, как в устройстве ЕС-7905, то объем передаваемой информации из устройства управления в экранный пульт в единицу времени не снижается. Это вызвано тем, что внутренние программы содержат много условных переходов, выполнение которых определяется в устройстве управления непосредственно в процессе формирования изображения на экране. Поэтому пришлось бы после каждого перехода изменять информацию в ЗУ регенерации ЭП или выполнять команды

переходов в ЭП, что равносильно реализации всех функций устройства управления. Однако при этом увеличится объем оборудования, что затруднит получение таких функций, как работа нескольких операторов с общим полем памяти и подключение нескольких экранных пультов к одной ЭВМ. Кроме того, быстрая смена информации в ЗУ регенерации нужна и при отображении сложных динамических процессов.

Примененный в устройстве метод обмена сигналами повышает надежность, устраняя зависания, и обеспечивает высокую скорость передачи информации от устройства управления к экранному пульту. С этой целью предусмотрена система передачи обратных сигналов, исключающая остановку передачи при потере одиночных сигналов в линии связи. При этом имеется возможность в устройстве управления фиксировать работоспособность каждого ЭП в отдельности и сообщать об этом в ЭВМ.

В устройстве автоматически формируются сигналы сброса (установки в исходное состояние) при возникновении сбойных режимов в генераторах векторов или символов. или если время отработки данных генератором превышает заданную величину.

Если время формирования кадра превышает 20 мс, то происходит автоматическое отключение системы синхронизации с частотой сети 50 Гц и обеспечивается плавное снижение частоты смены кадров. Синхронизация восстанавливается, когда время формирования кадра уменьшается (при изменении изображения на экране).

Для облегчения локализации неисправностей применяется многоуровневая система контроля, обеспечивающая возможность последовательного контроля отдельных узлов и всего устройства в целом. Работоспособность различных узлов комплекса определяется по тестовым изображениям на экране, которые формируются аппаратными и программными средствами.

Устройство ЕС-7905 имеет развитую систему из 38 команд (внутренних приказов) [2], которые можно подразделить на несколько групп команд, предназначенных для:

- установки графических режимов;
- установки режимов светового пера;
- загрузки (из ЗУ регенерации в регистры и из регистров в ЗУ);
- выполнения арифметических операций (сложение, вычитание, сравнение);
- организации циклов (итераций);
- ввода данных в ЗУ (запись символа с клавиатуры, запись координат из ЭП);

безусловного и условных переходов, перехода к подпрограмме.

С помощью внутренних программ, записанных в ЗУ регенерации устройства, можно без обращения к ЭВМ:

формировать на экране изображение, состоящее из линий, точек и символов;

выводить на экран текст с различными интервалами между знаками, причем строки могут быть не только горизонтальными, но повернутыми под любым углом при сохранении вертикальной ориентации символов;

вводить и редактировать алфавитно-цифровую информацию с помощью клавиатуры;

вводить и редактировать графическую информацию с помощью планшета, координатного указателя (КУ) или светового пера;

изменять изображения на экране (переходить к другому массиву данных, записанных в ЗУ) с помощью светового пера или автоматически через заданные интервалы времени;

выделять элементы изображения на экране с помощью мерцания; с помощью команд перехода к подпрограмме и организации циклов формировать в произвольных точках рабочего поля экрана заданное количество одинаковых фрагментов изображения. При этом информация для фрагмента изображения записывается в ЗУ один раз; получать движение элементов изображения с различными скоростями по заданной прямолинейной траектории.

Устройство управления ЕС-7565 предназначено для обеспечения связи с ЭВМ, хранения, обработки и выдачи информации на каждый экраный пульт, который является рабочим местом оператора и предназначен для формирования, используя команды и данные из ЕС-7565, и отображения на экране ЭЛТ графической и символьной информации.

Устройство ЕС-7565 можно условно разделить на четыре основные части: блок сопряжения с каналом, запоминающее устройство, блок управления и блок связи с экранными пультами.

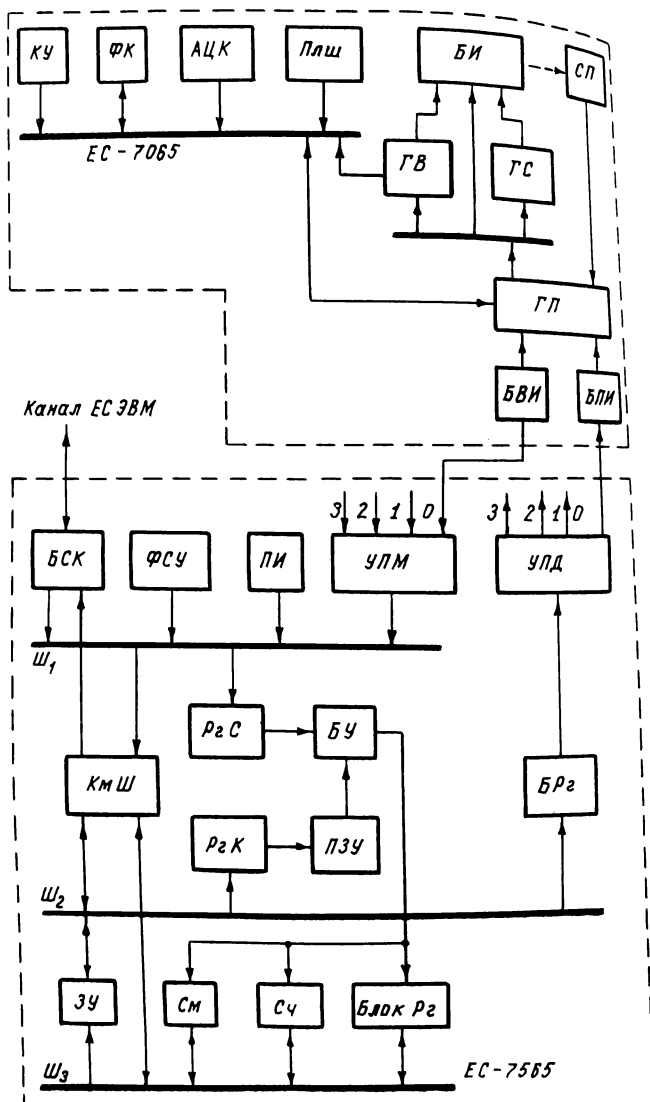
Устройство ЕС-7565 (см. рисунок) представляет собой специализированный быстродействующий процессор и его структура в основных чертах выполнена подобно структуре современных мини-ЭВМ.

Ввод информации в ЗУ устройства ЕС-7565 — по каналу ЕС ЭВМ, от ЭП, с фотосчитывающего устройства (ФСУ) и с панели инженера (ПИ) — осуществляется через входную 9-разрядную шину (Ш1), которая через коммутатор шин (КмШ) соединяется с числовой и адресной шинами (Ш2 и Ш3).

Для увеличения быстродействия при подготовке данных для ЭП и при выполнении внутренних команд обработка информации в режиме регенерации изображения производится словами по 16 бит. Поэтому числовая шина содержит 18 разрядов (16 информационных и 2 контрольных), а адресная — 16 разрядов.

На числовую шину информация поступает из ЗУ, с шины Ш2 осуществляется передача данных через буферные регистры (БРг) и усилители-передатчики (УПД) в экранные пульта ЭП1-ЭП4. К адресной шине подключены сумматор (См), счетчик (Сч) и блок регистров, включающий регистры адреса указателя, итераций и дополнительные регистры.

Для получения изображения на экране из ЭВМ записывается соответствующая информация в ЗУ и после прихода команды УСТАНОВИТЬ АДРЕС ЗУ и ПУСК в устройстве происходит последовательное считывание (регенерация) информации из ЗУ, обработка и передача ее на экраный пульт. Выполнение каждой команды в устройстве осуществляется микропрограммным способом. Микропрограмма, соответствующая отдельной команде, записанной в ре-



Блок-схема ЕС-7905

регистр команд (PrK), состоит не более чем из 16 микрокоманд, такж, как: запись из регистра в регистр, считывание из ЗУ, запись в ЗУ, конец и др. Микрокоманды хранятся в постоянном ЗУ и поступают для выполнения в блок управления.

Используемый принцип микропрограммного управления позволяет не только уменьшить объем оборудования устройства управления, но и легко расширить состав его команд.

Запоминающее устройство в ЕС-7565 построено на микросхемах 565РУ1, которые являются динамическими запоминающими элементами и требуют восстановления информации через 2 мс. Для этого в устройстве через каждые 30 мкс запрещается рабочий цикл записи или считывания из ЗУ и включается цикл восстановления.

Как указывалось выше, связь устройства управления с каждым экранным пультом осуществляется с помощью специальной высокочастотной линии связи, включающей два телефонных кабеля типа ТТ, по которым передаются токовые сигналы. Информация в ЭП передается по 12 шинам, из которых 9 шин информационные и 3 – сопровождения. По информационным шинам передаются коды графических команд, команд управления, коды координат, символов, а по шинам сопровождения – сигналы для идентификации вида передаваемой информации.

Передача информации осуществляется при поступлении из ЭП сигналов готовности.

С целью повышения надежности обмена информацией при расстоянии до 500 м и увеличения производительности работы за счет совмещения процессов передачи информации в ЭП и ее обработки в устройстве ЕС-7905 принята система двух готовностей ГОТ1 и ГОТ2. Сигнал ГОТ1 передается из ЭП в виде одного импульса, когда входные регистры в ЭП подготовлены к приему новой информации, а сигнал ГОТ2, формируемый в момент, когда в ЭП уже полностью закончилась отработка очередной информации, передается в виде серии импульсов частотой 1 МГц.

Из экранного пульта информация поступает в устройство управления по 12 шинам.

Сигналы состояния ЭП, включающие сигналы готовности, ошибки по четности, запросы на обработку клавиатуры и светового пера, копируются и передаются в сопровождении сигнала СОПР СОСТ. После получения ответа на сигнал запроса из ЭП передается в сопровождении СОПР УПР код, сообщающий о нажатии клавиши функциональной либо алфавитно-цифровой клавиатуры, о направлении пера указателя, о стирании вектора или точки. Затем в устройство управления могут быть считаны коды координат, код нажатой клавиши функциональной или алфавитно-цифровой клавиатуры.

После считывания кода клавиши клавиатура разблокируется и вновь готова для работы оператора.

Экранный пульт ЕС-7065 (см: рисунок) включает блоки приема и выдачи информации (БПИ и БВИ), графический процессор (ГП), блок генераторов векторов и символов, планшет, алфавитно-цифровую

и функциональную клавиатуры, блок индикатора со световым пером и координатный указатель.

Ввод графической информации в устройстве осуществляется с использованием клавишного координатного указателя или индуктивного планшета, имеющего рабочее поле 400х400 мм и разрешающую способность 1024х1024 растровых единиц. Ввод производится при наличии в программе специального приказа ВВЕСТИ МЕТКУ. При этом на экране изображается метка в виде точки (или специального знака), которую можно перемещать по полю экрана в любых направлениях, перемещая электронный карандаш по рабочему полю планшета или нажимая соответствующие клавиши на координатном указателе. В зависимости от программы вывода на экране будет изображаться траектория движения метки в виде точек или векторов.

В блоках генераторов векторов и символов использованы схемные решения [3, 4]. Основу генератора символов составляет аналого-цифровая модель 2-го порядка с переменными коэффициентами, задаваемыми из ПЗУ, с помощью которой осуществляется синтез символов из отрезков прямых и дуг окружностей.

В генераторе векторов применена комбинированная схема для обеспечения постоянства скорости вычерчиваемых линий. Она предусматривает первоначально нормализацию приращений координат, а затем регулирование значения опорного напряжения цифро-аналоговых преобразователей кодов приращений в зависимости от значения старших разрядов этих кодов.

Ввиду того, что экранный пульт может быть удален от устройства управления на расстояние до 500 м, в нем предусмотрена система автономного контроля правильности функционирования устройства. В блоке индикатора предусмотрен вывод на экран автономно текста, позволяющего проверить работу всех узлов блока индикатора, а также светового пера. В графическом процессоре имеется ПЗУ, хранящее тестовые программы, которые могут быть выведены на экран блока индикатора в местном режиме по команде оператора с панели инженера. Сигналы из ПЗУ полностью имитируют сигналы устройства управления и поступают в графический процессор на входы усилителей-приемников. С помощью тестовых программ может быть проверена работа генераторов векторов и символов в различных режимах, а также работа планшетного устройства, координатного указателя и алфавитно-цифровой клавиатуры.

В настоящее время ведется подготовка производства устройства ЕС-7905, а с 1980 г. начнется его серийный выпуск.

Дальнейшее развитие графических дисплейных устройств для ЕС ЭВМ будет происходить в направлении расширения их функциональных возможностей в автономном режиме и использования новых типов индикаторов (на базе цветных и запоминающих ЭЛТ) и принципов растровой графики.

Л и т е р а т у р а

1. Диалоговые устройства отображения информации на электронно-лучевых трубках. Под общ. ред. М.К. Сулима. М., "Статистика", 1977.

2. Батанист М.Л. и др. К вопросу о выборе состава внутренних приказов графического дисплейного устройства. Сб. "Вопросы радиоэлектроники", серия ЭВТ, вып. 4, 1976.

3. Петров Г.М. и др. Устройство для отображения символов на экране электронно-лучевой трубки. Авт. свид. № 318935. Бюллетень "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1971, № 32.

4. Петров Г.М. и др. Генератор векторов. Авт. свид. № 432543. Бюллетень "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", 1974, № 22.

Статья поступила в октябре 1979 г.