

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



12/1-76

К-128

P10 - 9325

А.В.Кавченко, А.А.Карлов, З.В.Лысенко, А.Д.Полынецв,
В.Н.Поляков, В.И.Приходько, Т.Ф.Смолякова,
Б.П.Федосов, В.В.Челнокова

123/2-76

УДАЛЕННАЯ ДИСПЛЕЙНАЯ СТАНЦИЯ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА

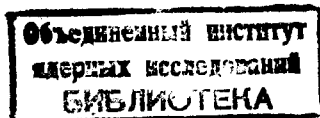
1975

P10 - 9325

А.В.Кавченко, А.А.Карлов, З.В.Лысенко, А.Д.Полынцеv,
В.Н.Поляков, В.И.Приходько, Т.Ф.Смолякова,
Б.П.Федосов, В.В.Челнокова

УДАЛЕННАЯ ДИСПЛЕЙНАЯ СТАНЦИЯ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА

Направлено в сб. "Труды Всесоюзного совещания
по системам автоматизации научных исследований".
Рига, 1975.



В последние годы получили распространение терминалы, в составе которых имеются аппаратные, микропрограммные или программные средства, позволяющие выполнять на таком терминале приём, накопление, отображение данных, их контроль, редактирование и частичную обработку /1,2/. Такие терминалы строятся на основе малых ЭВМ или микропроцессоров и получили название "программируемых", или "интеллектуальных" терминалов из-за возможности осуществлять непосредственно в самом терминале достаточно сложную локальную обработку информации.

В Объединенном институте ядерных исследований в 1970 - 1973 гг на базе малой ЭВМ М-6000 создана удаленная дисплейная станция (УДС), обеспечивающая в режиме диалога доступ через линии связи к ЭВМ БЭСМ-6 центрального вычислительного комплекса (ЦВК) Института /3/.

В состав дисплейной станции входят /4/:

- процессор ЭВМ М-6000 с оперативной памятью 8К 16-разрядных слов, арифметическим расширителем, каналом прямого доступа в память и расширителем ввода-вывода;

- телетайп Т-63 и перфоленточное оборудование (читающее устройство ФС-1501, перфоратор ПЛ-150);

- накопитель на магнитной ленте (ЕС-5012);
- устройство сопряжения ЭВМ М-6000 с аппаратурой передачи данных для работы на линии связи;

- графический дисплей СИГДА, имеющий в своем составе индикатор на ЭЛТ 43 ЛМ ПИ, генераторы стандартных элементов изображения (точек, векторов, символов, окружностей, дуг), клавиатуру и световой карандаш /5/.

Другим типом дисплея, который может использоваться в УДС, является графический дисплей на запоминающей электронно-лучевой трубке (ЗЭЛТ) /6/. Практически неограниченная информационная емкость, высокое качество изображения и отсутствие проблемы регенерации изображения в дисплее на ЗЭЛТ позволяют эффективно использовать его для решения широкого круга задач (особенно в тех случаях, когда требуется вывод на экран сложных графических объектов, состоящих из нескольких тысяч и даже десятков тысяч элементов, например, рис. 1,2).

В состав дисплея входят следующие основные блоки: индикатор на ЗЭЛТ; генератор символов; генератор векторов; устройства ввода информации от оператора в ЭВМ (координатный рычаг (джойстик), координатный шар (трекболл), клавиатура); координатные регистры-счетчики и цифроаналоговые преобразователи; контроллер.

Графический дисплей на ЗЭЛТ подключен к ЭВМ М-6000 через стандартные интерфейсные карты - дуплексные регистры, один из которых применяется для выдачи информации из ЭВМ в контроллер дисплея, другой - для приема информации от оператора в ЭВМ через устройства ввода.

В дисплее на ЗЭЛТ используются два типа графических команд: так называемые управляющие и информационные слова. В управляющем слове задается режим работы дисплея, а также содержится информация о

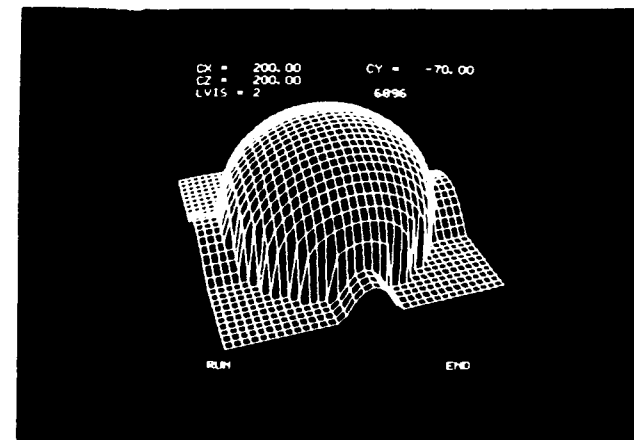


Рис. 1

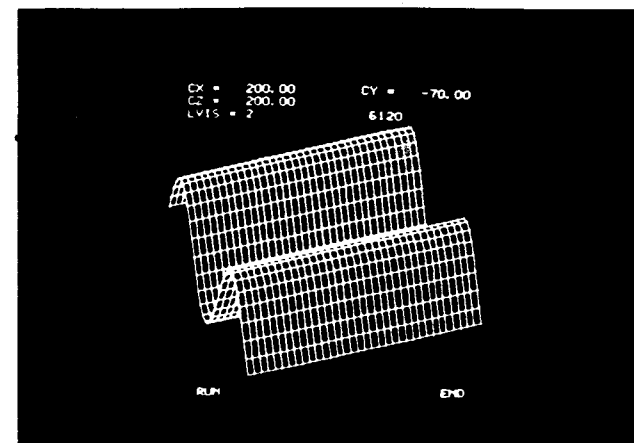


Рис. 2

возможных модификациях работы (тип линии, масштаб символов, мерцание, запрет прерывания и т.д.). В следующих за управляющим словом информационных словах передаются координаты точек или составляющих вектора вместе с соответствующими признаками (абсолютные или относительные координаты, X/Y , +/-, признак подсвета и др.), а также коды символов или функций. Форматы графических команд совпадают с форматами, принятыми в СИГДе, что значительно упростило проблему создания математического обеспечения.

Математическое обеспечение графического дисплея /7/ реализовано в виде комплекса подпрограмм, доступных пользователю на автокоде ЭВМ М-6000 и на языке ФОРТРАН, как расширение библиотеки стандартных подпрограмм. Все дисплейные подпрограммы с функциональной точки зрения делятся на четыре класса:

- административные подпрограммы, которые обеспечивают выделение памяти под графическую и служебную информацию, а также выполняют различные действия над объектами;
- подпрограммы-генераторы графической и алфавитно-цифровой информации, с помощью которых формируются изображения точек, векторов, символов, окружностей, дуг, текста, а также более сложных объектов, например, координатных осей, эквипотенциальных линий и др.;
- управляющие подпрограммы, обеспечивающие регенерацию изображения на экране, обработку прерываний от светового карандаша, реализацию требуемых режимов работы и т.п.;
- подпрограммы для ввода информации с клавиатуры дисплея; в частности, с помощью этих подпрограмм можно вводить целые, восьмеричные и вещественные числа в ЭВМ М-6000.

Всего в настоящее время в библиотеке имеется свыше ста дисплейных подпрограмм.

Удаленная дисплейная станция является одним из абонентов ЦВК ОИЯИ. Между центральной (БЭСМ-6) и периферийными ЭВМ (в данном случае М-6000) возможна передача логически упорядоченных массивов (файлов) любой длины, но каждый файл должен состоять из целого числа физических массивов определенной длины в соответствии с требованиями, предъявляемыми каналом ввода-вывода БЭСМ-6 /8/. Для установления связи в системе абоненты должны обмениваться между собой байтами управления.

В байтах управления указываются номер абонента в группе данной линии связи, направление передачи, длина массива, результат передачи и другие особенности обмена информацией между конкретными абонентами.

Последовательность обмена байтами управления при установлении связи и массивами данных определяется структурой математического обеспечения и алгоритмическими возможностями канала БЭСМ-6. Байты управления имеют одинаковый смысл для любого абонента системы, независимо от состава оборудования и задач, решаемых на периферийных ЭВМ. Передача данных производится по симметричным кабелям со скрученными парами с помощью дифференциальных усилителей /9/. Максимальная скорость обмена - 500 кбайт/с, реальная скорость обмена с дисплейной станцией составляет около 50 кбайт/с и ограничивается скоростью работы программы обмена на М-6000.

Важную роль играет логическая симметричность сигналов линий связи в обоих направлениях, что позволяет произвольно изменять конфигурацию системы, особенно при наладке оборудования. Если сигналы симметричны, то линии связи можно замкнуть между собой в любом месте и проводить автономную проверку аппаратуры. Всего в линиях свя-

зи используется 28 сигналов, симметрично по 14 в обоих направлениях. Данные и служебная информация передаются параллельно по 8 разрядов с контролем по четности каждого байта. Передача байта управления сопровождается передачей специального признака, который удерживается на шинах до тех пор, пока не будет получен ответный сигнал о приеме байта управления. Передача массива данных (1584 байта для М-6000) возможна при наличии соответствующего разрешающего сигнала, свидетельствующего о том, что абонент готов к приему. Информация на шинах данных имеет смысл только при наличии синхронизирующего сигнала.

При работе с УДС пользователь может выбрать один из двух возможных подходов:

1. Рассматривать дисплейную станцию как дополнительное чрезвычайно развитое внешнее устройство ЭВМ БЭСМ-6, обладающее определенным набором функциональных возможностей. В этом случае в своей программе на БЭСМ-6 пользователь взаимодействует с УДС на уровне обобщенных приказов, не заботясь об организации работы двух ЭВМ (передача информации, обработка особых ситуаций и т.п.) ; задача целиком программируется на БЭСМ-6, и пользователь работает с УДС, как с "черным ящиком". При этом подходе от пользователя не требуется изучения деталей математического обеспечения ЭВМ М-6000, что существенно упрощает программирование основной задачи. Такой подход оправдан, когда нужно быстро получить работающий вариант прикладной программы и вопрос об эффективном использовании оборудования является второстепенным, например, из-за разового характера решаемой задачи.

2. Разделить функции между центральной и терминальной ЭВМ на основании своих собственных критериев. Пользователь изменяет функци-

ональные возможности УДС за счет добавления собственных подпрограмм к существующему математическому обеспечению УДС. В этом случае пользователь берет на себя обязанности по реализации согласованных алгоритмов работы двух ЭВМ и может более эффективно с учетом требований его конкретной задачи использовать программные средства и возможности аппаратуры дисплейной станции. Такой подход полезен при создании программ, которые будут использоваться длительное время и вопрос об эффективной работе которых является существенным.

Математическое обеспечение дисплейной станции состоит из комплекса подпрограмм на ЭВМ БЭСМ-6 и М-6000. Подпрограммы на БЭСМ-6 в основном написаны на языке ФОРТРАН, программное обеспечение УДС на М-6000 реализовано на автокоде. При работе УДС в режиме "черного ящика" между ЭВМ происходит стандартное разделение функций. Все трудоёмкие вычисления выполняются на БЭСМ-6, графическая информация, как правило, также генерируется центральной ЭВМ. Терминальная ЭВМ осуществляет приём, частичную обработку, запоминание и регенерацию графической информации на экране дисплея, выполняет вспомогательные и управляющие функции. Графическая информация, выдаваемая на дисплей, генерируется программой пользователя и может состоять из некоторого числа графических объектов.

Под графическим объектом понимается некоторая последовательность машинных слов с графической информацией, которой присвоено персональное буквенно-цифровое название или номер. Все операции с графическими объектами (такие, как удаление, включение, выключение, перемещение и т.п.) происходят на уровне названий объектов, при этом для пользователя нет необходимости заботиться об их физическом расположении в памяти. Количество объектов в конкретном изображении

и их структура определяются пользователем, при этом возможно построение сложных иерархических объектов /10/.

УДС может выполнять следующие стандартные действия:

- дистанционный ввод в БЭСМ-6 алфавитно-цифровой информации с клавиатуры дисплея с возможностью локального редактирования текста;
- вывод текстовых сообщений из ЭВМ БЭСМ-6 на экран дисплея;
- организация работы с графическими объектами: прием, частичная обработка, запоминание, регенерация изображения, удаление, перемещение объектов и т.п.;
- редактирование таблицы параметров, которая формируется пользователем на БЭСМ-6 и передается на М-6000 в качестве графического объекта;
- организация доступа к внешним устройствам ЭВМ М-6000 для выполнения операций ввода-вывода по запросу от БЭСМ-6;
- вызов подпрограмм, находящихся на стороне УДС, и выполнение некоторых действий на ЭВМ М-6000 по инициативе БЭСМ-6 или оператора;
- организация работы со световым карандашом (для БЭСМ-6 становится доступным имя графического объекта, помеченного световым карандашом);
- интерактивная работа с ЭВМ БЭСМ-6 и М-6000 посредством ввода макрокоманд с клавиатуры дисплея. В любой момент вычислений пользователь может оперативно вмешаться в процесс решения задачи, используя средства клавиатурного языка (макрокоманды);
- построение различного рода графических изображений на экране дисплея в интерактивном режиме с использованием средств клавиатурного языка (графические макрокоманды). В этом случае графическая

информация генерируется на ЭВМ М-6000 и может быть доступна для центральной ЭВМ.

Последние две возможности становятся доступными благодаря специально разработанному клавиатурному языку, который допускает полностью интерактивный режим работы и служит в основном для реализации графических и управляющих функций.

Подпрограммы для работы со световым карандашом дают в руки пользователя гибкий инструмент взаимодействия с ЭВМ. Например, пометив световым карандашом некоторый графический объект или световую клавишу, пользователь может реализовать в своей программе некоторое действие, связанное с именем помеченного объекта.

Типичными для ОИЯИ являются задачи сложного расчетного характера (расчеты электрических и магнитных полей, систем транспортировки пучка заряженных частиц; задачи теоретической физики и т.п.), в которых имеется большое число изменяемых начальных параметров и которые требуют визуального представления результатов вычислений для их анализа при выборе стратегии поиска конечного решения. Эффективное решение такого рода задач становится возможным при использовании дисплейной станции на линии с БЭСМ-6, когда результаты вычислений представляются в удобной для восприятия графической форме и в зависимости от полученного решения можно достаточно просто изменить исходные данные и повторить расчет при новых начальных условиях. На всех этапах работы программ можно организовать диалог человека с ЭВМ посредством команд, вводимых с клавиатуры дисплея, или с помощью светового карандаша. Организация такого диалога дает возможность включения человека с его опытом и научной интуицией непосредственно в процесс решения задачи на ЭВМ, что позволяет существенно

повысить эффективность работы как ЭВМ, так и человека, и в конечном счете, значительно сократить время решения задачи /II/.

В настоящее время с использованием УДС решается ряд физических задач: исследование методом укрупненных частиц пучков с большими плотностями тока во внешних электрическом и магнитном полях; вычисление энергии взаимодействия тяжелого иона с ядром (рис.3) и др.

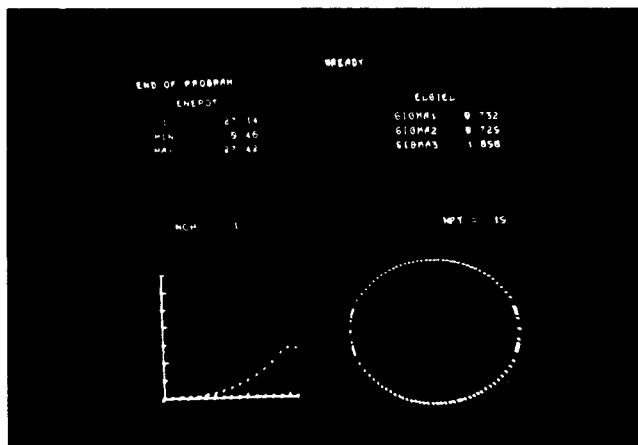


Рис. 3

Следует отметить, что уже в существующей конфигурации при наличии развитого локального программного обеспечения дисплея на ЭВМ М-6000 на дисплейной станции автономно от центральной ЭВМ можно решать в режиме диалога относительно простые задачи по анализу и обработке графической информации, которые не требуют сложных вычислений и больших ресурсов памяти.

Дальнейшее развитие дисплейной станции предполагает увеличение "интеллектуальной" мощности дисплейной станции за счет наращивания

оперативной памяти ЭВМ М-6000 до 16К, подключения накопителя на магнитных дисках (ЕС-5052) и совершенствования её математического обеспечения в плане расширения функциональных возможностей УДС, что повысит эффективность работы УДС на линии с БЭСМ-6, а также расширит круг задач, решение которых станет возможным в автономном (без участия БЭСМ-6) режиме.

Литература

1. А.А.Карлов, В.И.Приходько. Визуальные средства представления информации (аппаратура и математическое обеспечение). ОИЯИ IO-5255, Дубна, 1970, 63-75.
2. А.Вандамм, Г.Стэблер, Р.Харрингтон. Интеллектуальные спутниковые системы для интерактивной графики. Труды Ин-та инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (русс.пер.), т.62, 4, Изд. "Мир", М., 1974.
3. Н.Н.Говорун, А.А.Карлов, М.Г.Мещеряков, В.Н.Поляков, Н.И.Чулков, В.П.Шириков, С.А.Щелев. Вычислительный комплекс Объединенного института ядерных исследований и перспективы его развития. "Автоматика и вычислительная техника", 6, 62-68, Изд. Зинатне, Рига, 1974.
4. В.И.Приходько. Системы отображения графической информации. ОИЯИ ДЮ, II-8450, Дубна, 1974, II7-137.
5. В.В.Резанов, В.И.Саввов, Д.С.Маргулис. Агрегатный ряд видеотерминальных установок для ЭВМ третьего поколения. "Механизация и автоматизация управления", 4, 50-53, Изд. Зинатне, Рига, 1974.

6. Х.Дорух, Ф.В.Левчановский, С.Параскивеску, В.И.Приходько, Э.Хоффман. Графический дисплей на запоминающей электронно-лучевой трубке. ОИЯИ РII-8494, Дубна, 1974.
7. А.В.Кавченко, А.А.Карлов, А.Д.Полынец, Т.Ф.Смолякова. Математическое обеспечение графического дисплея СИГДа на ЭВМ М-6000. Управляющие системы и машины. I, II4-II6, Наукова думка, Киев, 1974.
8. А.В.Гусев, И.А.Емелин, А.А.Карлов, В.В.Федорин, Н.И.Чулков, С.А.Щелев. Принципы организации связи между ЭВМ вычислительного комплекса и канал связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ. ОИЯИ IO-4200, Дубна, 1968.
9. Г.И.Забиякин, Э.В.Лысенко, В.Н.Поляков. Передача данных в измерительно-вычислительном комплексе ОИЯИ. ПТЭ, 2, 1970, 90-95.
10. А.В.Кавченко, А.А.Карлов, А.Д.Полынец, Т.Ф.Смолякова. Организация данных для графического дисплея. ОИЯИ ДIO-7707, Дубна, 1974, 332-339.
- II. А.А.Карлов, В.И.Приходько. Использование дисплеев в некоторых задачах экспериментальной физики в ОИЯИ. ОИЯИ ДIO-II-8450, Дубна, 1974, 202-216.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 ноября 1975 года.