

ПЕРСОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НА БАЗЕ ЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА-80" В МИНИМАЛЬНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ

Развитие микроэлектроники и вычислительной техники привело к резкому увеличению объема выпуска и снижению стоимости ЭВМ в микроэлектронном исполнении. В соответствии с принятым в СССР ГОСТом на системы команд микроЭВМ наиболее массовыми процессорами стали процессор "Электроника-60", "Электроника-80" и программно-совместимые с ними. В статье рассматриваются возможности использования ЭВМ "Электроника-60" или "Электроника-80" в минимальной конфигурации без внешних запоминающих устройств для построения систем сбора информации и управления процессами. Обсуждаются два варианта построения программного обеспечения:

- с использованием интерпретатора, хранящегося в ППЗУ и позволяющего строить диалоговые системы с гибкой перестройкой программы;

- создание жестких программ на языке Паскаль, предназначенных для записи в ППЗУ [1].

Первый вариант предназначен в основном для компактных персональных измерительно-управляющих комплексов, а второй - для создания контроллеров процессов, например терморегуляторов и т. п., на базе процессоров "Электроника-60".

Массовое применение упомянутых ЭВМ в системах автоматизации измерений и управления технологическими процессами ставит проблему программного обеспечения микроЭВМ, применяемых в таких областях, где объем периферийного оборудования ограничен требованием низкой стоимости работ, автоматизация которых осуществляется на базе микроЭВМ. Примером таких применений могут служить настольные измерительно-вычислительные комплексы, в состав которых входит несколько измерительных приборов и микроЭВМ. В оптических измерениях такими системами являются спектрометры, денситометры и фотометры с коррекцией аппаратных функций и возможностью оперативной перестройки алгоритма измерений и коррекцией аппаратной функции. Основным требованием программного обеспечения (ПО) таких комплексов является возможность простой и оперативной перестройки режима работы аппаратуры комплекса, а также возможность ее использования в качестве "калькулятора" для инженерных расчетов.

С другой стороны, массовые микроЭВМ уже могут быть применены в традиционно микропроцессорных областях, например при построении

контроллеров различного назначения. Очевидным преимуществом такого подхода считается наличие обширного программного обеспечения, например компиляторов с языков высокого уровня, для программно-совместимых с ними мини-ЭВМ, что облегчает разработку и отладку прикладного математического обеспечения. Однако здесь возникает ряд проблем, связанных с переносом разработанных программ в память микроЭВМ.

Рассмотренные варианты требуют различного ПО. По-видимому, наиболее оптимальным для первого из них может быть использование резидентного (хранящегося в ППЗУ) интерпретатора, обеспечивающего гибкое создание, редактирование и исполнение программ, а также связь с использованной измерительной периферией. Такой интерпретатор может быть сделан достаточно небольшим по размеру (4-8 кслов), то есть размещен в небольшом (2-8) числе корпусов микросхем ППЗУ. В ППЗУ могут храниться и наиболее часто используемые программы для такого интерпретатора, а их модификация применительно к конкретным условиям эксперимента может быть осуществлена средствами редактирования, встроенными в примененный интерпретатор.

Во втором варианте программирование и отладка ведется на базовой ЭВМ, а загрузочный модуль в окончательном виде переносится в ППЗУ микроЭВМ, на базе которой создается контроллер.

В ИОФАН СССР созданы и успешно эксплуатируются оба класса таких систем с использованием в качестве интерфейсов связи с нестандартной периферией промежуточного интерфейса и БИС серий КР580 и К1820.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ ИНТЕРПРЕТАТОРА

Интерпретатор ФОКАЛ-11, предназначенный для обработки программ на языке ФОКАЛ (Формульный КАЛЬкулятор), был впервые разработан фирмой "Диджитал Эквипмент Корпорэйшн" для мини-ЭВМ PDP-8. По сравнению с существовавшими диалоговыми средствами программирования, например широко распространенными интерпретато-

рами языка Бейсик, ФОКАЛ отличается возможностью более гибкого программирования, компактностью программ, возможностью сокращенной записи операторов и наличием удобных средств редактирования текста программы в интерпретаторе. Интерпретатор позволяет исполнять как тексты программ, оформленных в виде последовательности пронумерованных строк, так и "прямые" команды, то есть строки, вводимые экспериментатором с клавиатуры и исполняемые по мере поступления.

В отличие от интерпретатора Бейсик строка прямых команд может состоять из нескольких операторов. В процессе работы с интерпретатором может быть включен "отладочный" режим, в котором на терминале распечатываются исполняемые операторы программы и/или переменные. Программу можно запускать и останавливать в произвольных точках. Все эти возможности делают ФОКАЛ наиболее подходящим языком для диалогового программирования персональных измерительно-вычислительных комплексов.

Важным достоинством интерпретатора ФОКАЛ является большой набор операторов для управления форматом ввода-вывода символьной и числовой информации. Переменная (индекс) оператора цикла и его границы могут быть любыми вещественными значениями или выражениями. Для выполнения стандартных "сложных" видов обработки сигналов в состав интерпретатора могут быть включены операторы типа вычисления корреляционных функций, быстрого преобразования Фурье и т. п. Связь с измерительной и управляющей периферией происходит через функции управления, набор которых определяется пользователем с учетом состава имеющихся технических средств. Быстродействие исполнения программы составляет 10–20 мс на оператор исходного текста, а выполнение операторов, например численного интегрирования функций, заданных в 200 точках, занимает около 1 с.

НЕОБХОДИМЫЕ АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА И СОСТАВ КОМПЛЕКСА

Для построения персонального измерительно-вычислительного комплекса требуется микроЭВМ "Электроника-60" или "Электроника-80" с объемом оперативной памяти не менее 8 кслов, с устройствами считывания перфоленты и/или ППЗУ с объемом 4–8 кслов для ввода/хранения интерпретатора ФОКАЛ с необходимыми функциями обслуживания измерительной и управляющей аппаратуры и алфа-

витно-цифровой дисплей. Кроме этой минимальной аппаратуры, требуются интерфейсы, связывающие ЭВМ с измерительными приборами, интерфейс графопостроителя и графического дисплея, перфоратор (кассетный магнитофон) и печатающее устройство для документирования результатов измерения и вычислений. Перечисленный состав периферийной аппаратуры не обязателен и зависит от требований к комплексу и стилю работы экспериментатора. Для подключения большей части перечисленной аппаратуры может быть использован модуль "ИНТЕРФЕЙС" [2] и микросхемы серии КР580 или аппаратура КАМАК.

ПОДКЛЮЧЕНИЕ НОВЫХ ФУНКЦИЙ К ИНТЕРПРЕТАТОРУ ФОКАЛ

Подключение новых функций к программе интерпретатора ФОКАЛ состоит из двух этапов. На первом производится анализ алгоритмов необходимой обработки данных специализированными функциями с учетом типа и способа подключения измерительной, управляющей и другой необходимой периферийной аппаратуры и пишется ее текст на языке макроассемблера. Входным языком для написания текста подпрограммы-функции может служить и Фортран, однако фрагмент программы, осуществляющей связь Фортран-функции и интерпретатора ФОКАЛ, все же придется написать на языке макроассемблера. Второй этап – создание рабочей версии интерпретатора для персонального измерительно-вычислительного комплекса на инструментальной ЭВМ с ОС РАФОС. Результат компоновки оформляется в виде модуля отображения памяти и заносится в ППЗУ, которое затем устанавливается в персональный комплекс. Возможен также вывод скомпонованного модуля на перфоленту в формате Абсолютного загрузчика.

Эксплуатация описанных комплексов в течение пяти лет в ИОФАН СССР показала их удобство и эффективность, причем возможность отладки и пуска отдельных операторов программы существенно уменьшает время программирования задач по сравнению с использованием компилируемых программ на языках Паскаль и Фортран.

При необходимости рассмотренный программный комплекс можно построить даже на такой простейшей ЭВМ, как бытовой компьютер БК0010. Недостатками этой и других интерпретирующих систем является относительно низкое быстродействие, которое, однако, для реально существующей спектрметрической аппаратуры не снижает быстродействия установки в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукьянов Д.А. Программирование задач управления экспериментом для ЭВМ "Электроника-60" и "Электроника-80" в минимальной комплектации: Препринт, ИОФАН, 1984, № 267.
2. Лукьянов Д.А. КР580 – автоматизация без проблем. – Микропроцессорные средства и системы, 1985, № 1, с. 57.