

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Астафьев В. А. и др. В кн.: Тез. I Всесоюз. семинара по автоматизации науч. исслед. в ядер. физ. и смеж. областях. Душанбе, 1980, с. 23. [2] Гришин Н. И. и др. В кн.: Мат. III Всесоюз. семинара «Автоматизация исслед. в ядер. физ. и смеж. областях». Тбилиси, 1984, с. 181. [3] Ермолов П. Ф. и др. В кн.: Новые приборы, устройства, методика, материалы и технологич. процессы, разработ. учеными МГУ, предлагаемые для внедрения в народ. хоз-во и науку. М.: Изд-во МГУ, 1982, с. 40. [4] SAMAC System. A modular instrumentation system for data handling. EUR-4100, 1972. [5] Алиев Ф. М. и др. Препринт ИФВЭ 84-209. Серпухов, 1984. [6] Цепи на стыке С2 аппаратуры передачи данных с оконечным оборудованием при последовательном вводе/выводе данных. ГОСТ 18145-81. М.: Изд. стандартов, 1981. [7] HYDRA System Manual. CERN, 1973. [8] Белокопытов Ю. А. и др. Препринт № 80-54 ИФВЭ. Серпухов, 1980.

Поступила в редакцию
24.06.85

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1986, Т. 27, № 1

УДК 539.1.083

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ В ФИЗИЧЕСКОМ ПРАКТИКУМЕ

В. А. Иванов, А. В. Сомиков

Применение ЭВМ в физическом практикуме имеет ряд отличительных особенностей. 1. Учебный эксперимент характеризуется относительно простыми методами регистрации и обработки данных, но в то же время значительным объемом сервисной части: удобный ввод, простое редактирование и наглядное представление данных, быстрый вывод результатов обработки, усиленный контроль действий пользователя (учащегося), большое число сообщений и т. п. 2. Система должна иметь надежную защиту от ошибочных данных, неверных команд и т. п. и тем самым сохранять работоспособность при их возникновении. 3. Студент в практикуме ограничен во времени рамками учебного расписания. 4. В практикуме необходимо иметь много одновременно функционирующих рабочих мест, что требует очень рационального использования технических средств. Эти обстоятельства вынуждают разрабатывать для практикума специализированные системы.

В специальном практикуме отделения ядерной физики МГУ создается учебный измерительно-вычислительный комплекс (УИВК). Главная цель создания комплекса — интенсификация учебного процесса в ходе проведения учебных экспериментов. Кроме того, комплекс служит для ознакомления студентов с основами автоматизации эксперимента.

УИВК строится как локальная сеть с мини-ЭВМ типа СМ в центре и микро-ЭВМ на рабочих местах; интерфейсы и измерительное оборудование komponуются на основе КАМАК. Здесь рассмотрим первую очередь УИВК, которая реализована и прошла пробную эксплуатацию в течение нескольких семестров.

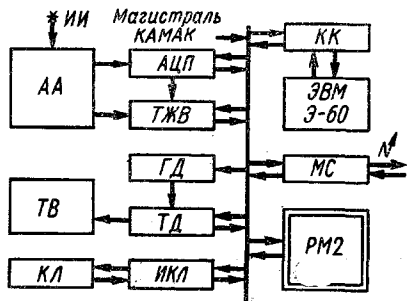
Система, о которой пойдет речь, является частью вышеуказанной сети и состоит из ЭВМ СМ-3 и «Электроника-60» (Э-60) с крейтами КАМАК. СМ-3 может одновременно обслуживать другие каналы микро-ЭВМ и непосредственно обеспечивать учебный эксперимент. Обмен информацией между машинами осуществляется с помощью модулей межкрейтовой связи; скорость обмена до 20 Кбайт в секунду. Инициатором обмена всегда является Э-60, а СМ-3 исполнителем запроса. Э-60 никаких собственных периферийных устройств не имеет. В качестве внешней памяти она использует диск СМ-3. Программы загружаются в Э-60 по линии связи.

Э-60 обслуживает два рабочих места студента. Каждое из них представляет собой проблемно-ориентированную измерительно-вычислительную систему (например, автоматизированный спектрометр), причем выполняемые задачи могут быть идентичными или разными. В дальнейшем мы рассмотрим функции и характеристики одного рабочего места, представляющего собой спектрометрическую систему, наиболее типичную для УИВК. Ее основные методологические принципы используются в других задачах. Схема рабочего места студента показана на рисунке.

Спектрометрическая система дает возможность накапливать одномерные амплитудные спектры с числом каналов до 1024; вести экспрессную обработку спектров; управлять системой с помощью клавиатуры; отображать гистограммы, результаты обработки и состояние системы на цветном символично-графическом дисплее (дисплей может быть черно-белым). Накопление спектров в оперативной памяти Э-60 выполняется по программному каналу. Обработываются данные также на Э-60. Данные могут

быть переданы на хранение в долговременное запоминающее устройство (ДЗУ) — диск СМ-3. При этом файлам, хранящим переданные спектры, автоматически присваиваются уникальные имена, которые сообщаются пользователю. По этим именам данные могут быть вызваны из ДЗУ на рабочие места. Результаты обработки также могут быть отправлены в ДЗУ для распечатки их по окончании работы.

Для управления системой разработан специализированный язык, называемый языком приказов системы. Приказы вводятся посредством стандартной клавиатуры. Структура и синтаксис языка весьма просты и рассчитаны на изучение в течение короткого времени. Приказ — это русское слово, например «ПУСК» или «ГРАДУИРОВКА» (идентификация по первым трем буквам). Для ввода числовых параметров



Спектрометрическая система на два рабочих места: ИИ — источник излучения, АА — аналоговая аппаратура, АЦП — аналого-цифровой преобразователь, ТЖВ — таймер живого времени, ТВ — телевизионный монитор, КЛ — клавиатура, ГД — модуль графического дисплея, ТД — модуль текстового дисплея, ИКЛ — интерфейс клавиатуры, КК — кейр-контроллер, МС — модуль связи с СМ-3, РМ2 — второе рабочее место

используются латинские буквы и цифры (например: $EG=257.8$). Управление гистограммой и разметкой спектра выполняется с помощью специальных клавиш (из числа неиспользуемых для ввода текста). Некоторые приказы являются директивами, что существенно упрощает синтаксис.

Семантика приказов связана с назначением системы и легко усваивается, так как это происходит в процессе изучения физической задачи и методики ее выполнения.

Приказы делятся на 5 групп: 1) управление гистограммой и разметкой (изменение масштабов, установка реперов и т. п.); 2) управление спектрометром (пуск, останов, установка живого времени накопления и т. п.); 3) управление данными (разметка, стирание, вызов и т. п.); 4) управление обработкой (вычисление параметров пиков, градуировка и т. п.); 5) директивы (изменение режимов обработки).

Дидактическая направленность системы потребовала уделить особое внимание фиксации ошибок пользователя; на экран дисплея выдается много сообщений с указанием характера ошибки. В некоторых задачах действия студента автоматически протоколируются и затем могут быть проанализированы.

Математическая обработка спектров поставлена так, что пользователь сам отыскивает по гистограмме пики и другие характерные участки и указывает их границы. Для этого используются реперы в виде вертикальных линий и цветовое или яркостное выделение размеченных участков.

Используется несколько режимов обработки. Они отличаются способом вычисления фона и градуировочной линии. В особом режиме разделяются дублеты (с соответствующим представлением результатов на графическом дисплее). При обработке фон под пиком аппроксимируется прямой, пик — функцией Гаусса. Энергетическая градуировка спектрометра выполняется по известным линиям.

Матобеспечение системы написано на Ассемблере и Фортране. На СМ-3 программы работают под управлением операционной системы РАФОС, а на Э-60 — автономно. Программа для двух рабочих мест занимает 24 К слов; из них 2 К отводятся под буферы для накопления спектров. Программы организованы по модульному принципу и при смене конфигурации рабочего места (задачи) в большинстве сохраняются.

Поступила в редакцию
24.06.85.