

надежными, в определенной степени избавленными от систематических ошибок отдельных экспериментов. Такие оцененные данные создают новые возможности для уточнения теоретических представлений о механизмах ядерных реакций и процессов, происходящих в атомных ядрах, с одной стороны, а с другой — для оптимизации различных практических приложений ядерных данных.

В ЦДФЭ НИИЯФ МГУ такие работы активно развиваются, выполнены оценки сечений фотоядерных реакций на ряде атомных ядер. В качестве примера на рис. 2 приводятся результаты оценки сечения фотонейтронной реакции на ядре ${}^7\text{Li}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Журавлева Т. М., Чукреев Ф. Е. В кн.: Вопросы атомной науки и техники. Серия Ядерные константы, 1984, № 2(56), с. 3. [2] Чукреев Ф. Е., Шуршиков Е. Н., Тимофеева Н. В. В кн.: Прикладная ядерная спектроскопия. М.: Энергоатомиздат, 1983, № 12, с. 79. [3] Варламов В. В. и др. Государственная служба стандартных справочных данных. Информационный бюллетень № 7, 1978, с. 12. [4] Варламов В. В., Ишханов Б. С., Капитонов И. М., Сургутанов В. В. В кн.: Прикладная ядерная спектроскопия. М.: Энергоатомиздат, 1983, № 12, с. 85.

Поступила в редакцию
24.06.85

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

УДК 681.31

СХЕМА ДИАЛОГОВОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ В ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В. Г. Гаврюсев, И. В. Горелов, Н. И. Гришин, П. Ф. Ермолов, Г. Г. Ермаков,
С. А. Зоткин, В. В. Козлов, В. П. Руковичкин, А. К. Хомяков,
А. В. Шкуренков

В НИИЯФ МГУ в настоящее время завершается создание измерительно-вычислительного центра по обработке информации с ускорителями высоких энергий [1]. Одной из составных частей этого центра является система полуавтоматической обработки информации с трековых детекторов. Система обеспечивает полную обработку (поиск, измерение, анализ) событий взаимодействия заряженных частиц, зарегистрированных на фотопленке. Технологические процессы автоматизированного поиска и измерения при непосредственном участии человека выполняются в реальном масштабе времени в режиме мультиобслуживания. Система создана на базе комплекса вычислительных и просмотрно-измерительных средств. В состав комплекса входят ЭВМ ЕС-1045, СМ-4, «Электроника-60» (10 шт.); четыре модернизированных двухкоординатных прибора ДИП-2 и десять измерительных проекторов ПУОС-4. В основу разработки структуры комплекса положен принцип выделения функционально-независимых систем (подсистем) с целью эффективного использования ЭВМ и автоматизации работы операторов. В настоящей работе представлены физическая структура комплекса и организация межмашинной связи, рассмотрены вопросы аппаратного сопряжения разнотипного оборудования и обмена данными.

Структура комплекса. Совокупность технических средств измерительно-вычислительного комплекса представляется двухуровневой физической структурой (рис. 1), в состав которой входят три функционально-независимые группы технических средств: центральная ЭВМ (ЦЭВМ), в качестве которой используется универсальная ЭВМ средней производительности ЕС-1045 (верхний уровень); десять автоматизированных измерительных проекторов ПУОС-4, в состав которых

входят также десять микро-ЭВМ «Электроника-60» (нижний уровень); малая ЭВМ СМ-4 и четыре двухкоординатных измерительных прибора ДИП-2 (нижний уровень).

ЦЭВМ и автоматизированные измерительные проекторы представляют собой функциональную просмотрно-измерительную систему с оптимальным распределением функций между верхним и нижним уровнями физической структуры [2].

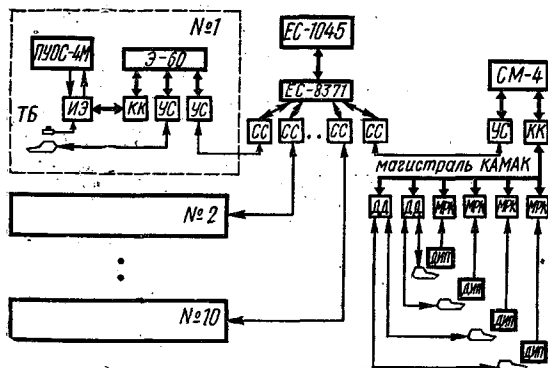


Рис. 1. Структура измерительно-вычислительного комплекса

Малая ЭВМ СМ-4 и приборы ДИП-2 образуют систему полуавтоматической обработки фотоснимков [3]. На ЦЭВМ возлагаются функции информационных процессов (поиск, накопление, взаимодействие с банками данных и программ); вычислительных процессов (полная геометрическая, кинематическая, статистическая обработка и физический анализ экспериментальных данных); сопровождения технологического процесса просмотра и измерения на проекторах ПУОС-4; управления обменом данными с ЭВМ нижнего уровня иерархии.

Взаимодействие между техническими средствами всей совокупности комплекса осуществляется через аппаратные средства сопряжения.

Аппаратное сопряжение. Связь проекторов ПУОС-4 и приборов ДИП-2 с соответствующими ЭВМ осуществляется по принципу программно-управляемого аппаратного сопряжения. Для приборов ДИП-2 такое сопряжение выполнено полностью в стандарте КАМАК [4], а для ПУОС-4 — с ограниченным числом функций этого стандарта и применением двунаправленной 16-разрядной шины данных. В последнем случае используются только функции чтения, записи и общего сброса. Аппаратными средствами сопряжения с проектором ПУОС-4 и трекболлом (ТБ) являются функциональные модули интерфейсной электроники (ИЭ) [5]. Регистрация текущих координат измерительных кареток прибора ДИП-2 производится модулями МРК. Связь с алфавитно-цифровыми дисплеями операторов обеспечивается через устройства асинхронной последовательной связи (УС и ДД), выполненные как в стандарте КАМАК, так и в стандарте ЭВМ СМ-4 и «Электроника-60». Обмен данными между модулями ИЭ, МРК, ДД и соответствующими ЭВМ осуществляется через контроллеры крейтов (КК), в которых размещаются эти модули.

Аппаратное сопряжение ЦЭВМ с ЭВМ СМ-4 и «Электроника-60» включает процессорный мультиплексор ЕС-8371 и устройства асинхронной последовательной связи (УС). Мультиплексор выполняет роль связующего звена, его подключение к линиям связи производится по стыку С2 [6] через схему согласования (СС). Каждая линия связи представляет собой две 20 мА-токовые петли (приемная и передающая). Схема согласования обеспечивает прямое и обратное преобразования токовых сигналов связи и уровней напряжений стыка С2, а также логическое управление по стыку.

Работа всех средств аппаратного сопряжения осуществляется под управлением специального программного обеспечения соответствующих ЭВМ. Мультиплексор работает под управлением эмуляционной программы, которая загружается в его память от ЦЭВМ. Эта программа обеспечивает логическое взаимодействие мультиплексора с линиями связи и ЦЭВМ.

Обмен данными. В общем случае обмен данными между программными средствами различных уровней иерархической структуры комплекса осуществляется блоками данных. Каждый блок входит в отдельное информационное сообщение, которое передается по линии связи под управлением программных средств межмашинной связи (рис. 2).

Программные средства системы полуавтоматических измерений на базе приборов ДИП-2 и ЭВМ СМ-4, обеспечивающие в диалоговом режиме сопровождение измерительного процесса, осуществляют также сбор, накопление и передачу данных измерений.

Сбор и накопление данных производится блоками по 0,5 Кбайт. В одном блоке содержится информация, введенная оператором с прибора через дисплей, и массив координат измеренного объекта (трек частицы, набор реперных крестов, вершина события). После окончания процесса измерения события, зарегистрированного на фотопленке, накопленные данные переводятся в формат системы ГИДРА [7]. Сформированная последовательность блоков по 0,5 Кбайт для каждого отдельного события по требованию оператора системы передается в ЦЭВМ.

Взаимодействие программы сопровождения, выполняемой на ЦЭВМ, и программных средств микро-ЭВМ осуществляется в диалоговом режиме с помощью примитивов программных операторов [8]. Примитив представляет собой информационный блок, который содержит данные и управляющую информацию. Минимальный размер блока 6 байт, максимальный — 256 байт. Такой блок может содержать задание для микро-ЭВМ или полную информацию об объекте измерения (кадр, проекция, вершина события, трек), режиме работы (поиск, измерение, маска), этапе работы (начало, продолжение, конец).

Межмашинная связь. Управление обменом данными между ЦЭВМ и ЭВМ нижнего уровня иерархической структуры комплекса осуществляется с помощью программных средств межмашинной связи (см. рис. 2). Эта связь базируется на выполнении протоколов, ориентированных на передачу сообщений. Скорость обмена в старт-стопном режиме равна 2400 бод, используемый код обмена КОИ-7. Приняты следующие соглашения при обмене сообщениями: инициирование обмена осуществляется только от ЭВМ нижнего уровня иерархии в любой момент времени; интерпретация заданного режима обмена (прием—

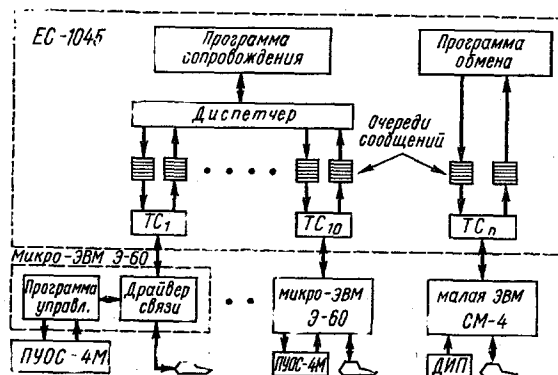


Рис. 2. Схема межмашинной связи

передача) производится ЦЭВМ; достоверность принятого информационного сообщения на любом уровне иерархии уведомляется специальными служебными кодами, передаваемыми источнику информационного сообщения.

Управление обменом на нижнем уровне иерархии осуществляется драйверами связи соответствующей ЭВМ. Процесс обмена разбивается на два типа ожидания сообщения от ЦЭВМ: ожидание ответа о приеме посланного информационного сообщения и ожидание сообщения на его запрос.

Синхронизация и управление обменом сообщениями по линиям связи выполняются программными средствами ЦЭВМ. Управление транспортировкой сообщений реализует диспетчер, обрабатывающий транспортный протокол. При этом определяется направление (номер информационного канала передачи), по которому пересылается сообщение. Транспортные станции (ТС), реализуя протокол управления соответствующим информационным каналом передачи, осуществляют обмен сообщениями по физическому интерфейсу межмашинной связи.

С целью согласования временных характеристик вычислительного процесса ЦЭВМ и временного распределения поступающих сообщений от ЭВМ нижнего уровня иерархии обмен данными между ними осуществляется на уровне очередей сообщений, формируемых на внешней памяти ЦЭВМ. С помощью специального пакета программ ТС формируют входные очереди информационных сообщений, а диспетчер — выходные. Передача сформированных очередей сообщений между диспетчером и ТС осуществляется на уровне межпрограммного обмена с помощью управляющих блоков связи. При одновременном обращении к диспетчеру нескольких ТС он организует обслуживание очередей по приоритетному принципу («первым пришел — первым обслужен»). Синхронизацию и управление обменом между очередью сообщений и работой драйвера связи соответствующей ЭВМ нижнего уровня иерархии осуществляет ТС данного направления обмена.

Использование диспетчера обусловлено наличием значительного количества линий связи, обслуживаемых общими программными средствами сопровождения измерительного процесса проекторов ПУОС-4. В случае индивидуальной программы сопровождения функции формирования выходной очереди сообщений и взаимодействия с транспортной станцией возлагаются на эту же программу.

В настоящее время рассмотренный в работе комплекс используется для анализа следующих физических экспериментов:

- 1) совместный эксперимент НИИЯФ, ИФВЭ (Серпухов) и ЦЕРНа по выяснению динамики адронных процессов, проводимый на Европейском гибридном спектрометре при энергиях 250 ÷ 350 ГэВ в K^+p -, π^+p -, pp -взаимодействиях;

- 2) исследование протон-антипротонных, дейтронных и антидейтронных взаимодействий в области энергий 10—32 ГэВ по материалам пузырьковых камер «Людмила» и «Мирабель»;

- 3) измерение энергетического спектра быстрых мюонов, зарегистрированных в искровых камерах спектрометра широких атмосферных ливней.

Кроме того, комплекс позволяет выполнять преобразование и ввод в ЭВМ графической информации с целью создания банка данных фотоядерных реакций.

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] САМАС 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 межкрейтной 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