

В. А. АСТАФЬЕВ, А. А. ВИНОГРАДОВ, В. А. ВОРОНОВ,  
Э. И. КЭБИН, В. В. ПАРАМОНОВ, В. Г. СУХАРЕВСКИЙ

(Москва)

### СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ НА ЦИКЛОТРОНЕ НИИЯФ МГУ

При исследовании ядерных реакций с заряженными частицами возникает ряд задач, требующих измерения спектров в широком энергетическом диапазоне, а также корреляционных измерений, измерений процессов с малым сечением и т. д. Для решения таких задач необходима гибкая измерительная система, адаптация которой может осуществляться с помощью несложной перестройки. Использование стандартных модулей, управляемых с помощью ЭВМ, позволяет создать такую систему; она описана в настоящей работе. Система предназначена для измерения спектров заряженных частиц в энергетическом диапазоне от нескольких мегаэлектрон-вольт до 100 МэВ с идентификацией частиц по массам. Подобные измерения становятся все более актуальными в связи с развитием таких областей физики ядерных реакций, как предравновесный распад и взаимодействие тяжелых ионов с ядрами.

Спектрометрическая система, реализующая поставленные задачи, разработана в НИИЯФ МГУ совместно с Институтом атомной энергии им. И. В. Курчатова для установки на циклотроне НИИЯФ МГУ после его модернизации. Идентификация заряженных частиц по массам в данной системе проводится в цифровом виде ассоциативным методом [1]. Существует несколько способов обработки информации, поступающей от аналого-цифровых преобразователей. Данные могут поступать непосредственно в ЭВМ, где они обрабатываются программным путем. В этом случае быстродействие существующих малых ЭВМ ограничивает максимальные нагрузки на входе до нескольких десятков событий в секунду. Если же идти по пути регистрации кодов с помощью аппаратуры неинтегрирующего типа, то можно обойти указанные трудности; однако при этом нельзя осуществлять оперативный контроль за ходом эксперимента. В то же время организация предварительного отбора аппаратным способом позволяет достичь достаточно больших скоростей регистрации, сохраняя при этом возможность оперативного контроля.

Система состоит из аналоговой и цифровой частей. Все аналоговые модули выполнены в стандарте NIM, а цифровые — в стандарте КАМАК. Аналоговая часть системы включает тройной телескоп полупроводниковых детекторов ( $\Delta E_1$ ,  $\Delta E_2$ ,  $E$ ), линейные и временные тракты. Подробно структура и работа аналоговой части системы была изложена в докладе на Всесоюзной школе «Полупроводниковые детекторы в ядерной физике» в ноябре 1980 г. в Юрмале.

В цифровой части системы (см. рисунок) в качестве управляющего устройства применяется микро-ЭВМ «Электроника-60» (15ВМ-16-007). Ее питание осуществляется от стабилизированного источника крейта КАМАК (КК), а в качестве устройства ввода-вывода информации используется комплекс подготовки данных ЕС-9021, сопряженный с ЭВМ через специально разработанную в НИИЯФ МГУ интерфейсную плату. Цифровая часть системы содержит два крейта КАМАК — управляющий и измерительный. Управляющий крейт соединен с микро-ЭВМ с помощью контроллера и интерфейсной платы; в этом же крейте устанавливается блок организации параллельной ветви БУЦ-А1 [2]. Сбор данных от аналого-цифровых преобразователей осуществляется с помощью вспомогательного контроллера, расположенного в измерительном крейте и работающего совместно с контроллером крейта типа А2 [3]. Наличие в системе такого контроллера позволяет увеличивать в случае необходимости количество крейтов в ветви, что расширяет возможности системы.

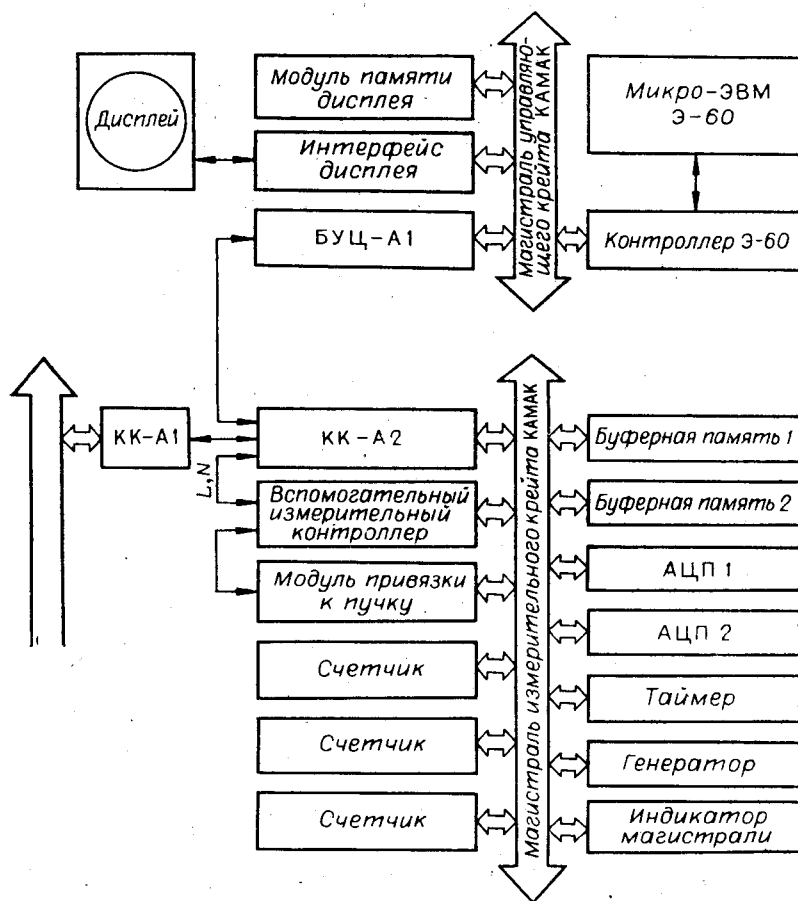
В процессе эксперимента данные накапливаются в буферной памяти, выполненной на ИС К565РУЗ, и передаются в ЭВМ по мере заполнения памяти или по специальному запросу. В системе имеется два идентичных модуля памяти, так как в зависимости от энергии частиц возможны две ситуации. В случае малой энергии частица пролетает через  $\Delta E_1$ -детектор и останавливается в  $\Delta E_2$ -детекторе. Во втором случае энергии частицы достаточно для прохождения через  $\Delta E_1$ - и  $\Delta E_2$ -детекторы, и она останавливается в  $E$ -детекторе. В зависимости от того, какой из этих случаев реализуется, данные поступают в первый или второй модуль памяти. Коммутация модулей выполняется автоматически в аналоговой части системы.

В состав системы входят стандартные и специально разработанные модули КАМАК, предназначенные для мониторинга счета, таймирования, привязки к пучку циклотрона. Система включает точечный дисплей для отображения двумерных спектров, разметки их световым маркером и отбора одномерных спектров заряженных частиц, интересующих экспериментатора. Интерфейс и модуль памяти дисплея расположены в управляющем крейте.

С помощью системы можно осуществлять идентификацию пяти сортов заряженных частиц ( $p$ ,  $d$ ,  $t$ ,  $^3\text{He}$ ,  $\alpha$ ) одновременно и вести оперативный контроль за ходом эксперимента.

Описываемая автоматизированная спектрометрическая система имеет следующие достоинства:

1. Идентификация заряженных частиц по массам проводится не программным, а аппаратным способом, что экономит машинное время.



2. Система состоит из стандартных модулей NIM и КАМАК, что открывает возможности использования разработок различных организаций и фирм, работающих в этих направлениях.

3. Осуществление процесса идентификации аппаратным путем с управлением и последующей обработкой с помощью ЭВМ позволяет получить загрузки системы до величин порядка  $10^3$  событий/с.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Астафьев В. А. и др. Широкодиапазонный спектрометр заряженных частиц со специализированным цифровым идентификатором, выполненным в стандарте КАМАК.— В кн.: Тез. II Всесоюз. совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Алма-Ата: Наука, 1978.
2. Васильев А. И. и др. Блоки управления и связи для организации систем в стандарте КАМАК.— В кн.: II Симпозиум по модульным ИВС: Сб. докладов. М.: изд. ИЯИ АН СССР, 1980.
3. EUROATOM — REPORT, EUR — 6500e.— Italy: Joint Nucl. Research Centre Ispra Establishment, 1978.

Поступило в редакцию 27 августа 1981 г.

УДК 681.3.04/05

М. П. ГРИШИН, Ш. М. КУРБАНОВ, Е. И. ЧЕРНОВ  
(Москва)

#### СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОТОМЕТРИРОВАНИЯ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЛАВИННОГО ФОТОДИОДА С ОПЕРАЦИОННЫМ УСИЛИТЕЛЕМ

Автоматическая расшифровка на ЭВМ больших массивов фоновой информации в виде полутоновых изображений связана с разработкой системы для скоростного фотометрирования и быстрого ввода в ЭВМ оптических параметров элементов