

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P13-84-454

Ш.С.Зейналов, Е.А.Сокол, В.И.Смирнов

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
ПО ПОИСКУ РЕДКИХ АКТОВ
ЯДЕРНЫХ РАСПАДОВ
ПО МНОЖЕСТВЕННОЙ ЭМИССИИ НЕЙТРОНОВ

1984

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе приводится описание технических и программных средств системы автоматизации экспериментов по поиску сверхтяжелых элементов в природе на низкофономом нейтронном детекторе ЛЯР. Полная конфигурация системы включает детектор нейтронов с системой защиты от мюонов космического излучения^{1/}, микроЭВМ МАСАМАС и ряд дополнительных устройств. Блок-схема системы представлена на рис.1.

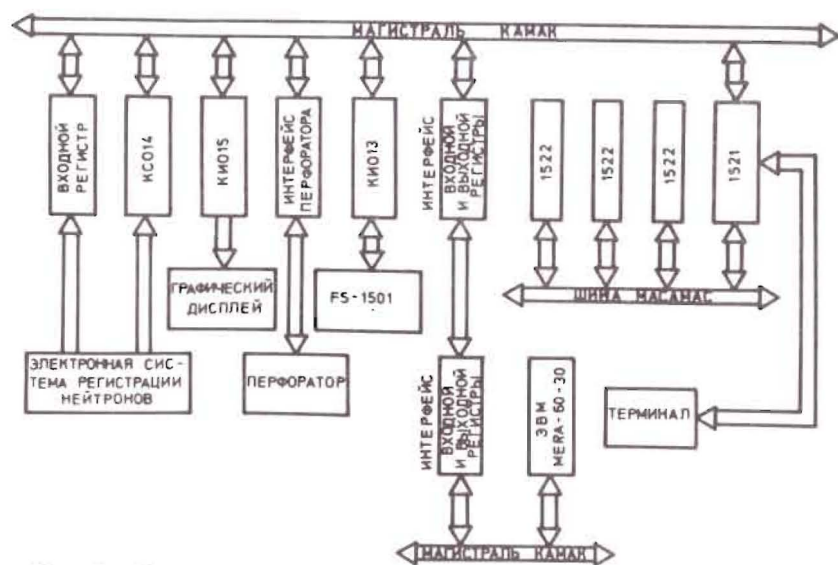


Рис.1. Блок-схема автоматизированной системы регистрации редких актов ядерных распадов.

НЕЙТРОННЫЙ ДЕТЕКТОР

Схематический чертёж нейтронного детектора с системой защиты от мюонов космического излучения представлен на рис.2, а на рис.3 - блок-схема электронной системы регистрации нейтронов.

Нейтронный детектор включает блок замедлителя, окружающий чувствительный объём, в котором помещается исследуемый образец. Внутри замедлителя располагаются пропорциональные счетчики, на-

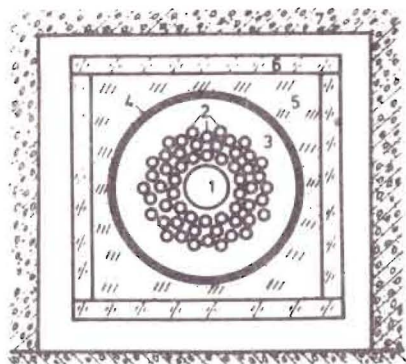
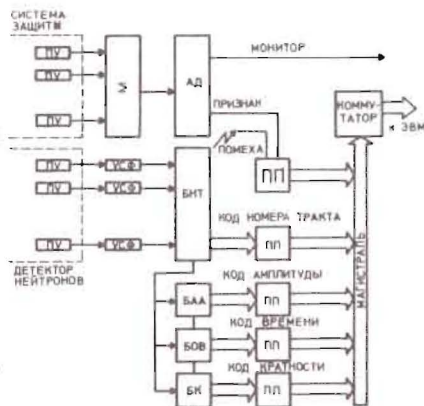


Рис.2. Схематический чертеж нейтронного детектора. 1 — чувствительный объем детектора, 2 — ^3He -счетчики, 3 — корпус из оргстекла, 4 — кадмий, 5 — полиэтилен, 6 — пластические сцинтилляторы, 7 — бетон.

Рис.3. Блок-схема электронной системы регистрации нейтронов. ПУ — предусилители, Σ — суммирующий усилитель, АД — амплитудный дискриминатор, УСФ — усилители-формирователи, БНТ — блок номера тракта, БАА — блок анализа амплитуды, БОВ — блок определения времени, БК — блок кратности, ПП — промежуточная память.



полненные ^3He , которые регистрируют нейтроны, испущенные из образца.

Среднее время жизни (τ) теплового нейтрона в такой системе составляет несколько десятков мкс. Электронная система регистрации нейтронов запускается на время $(4-5)\tau$ при срабатывании любого из счетчиков. Сигнал от такого счетчика считается стартовым, и относительно него измеряется временное распределение сигналов от остальных счетчиков. Все нейтроны, зарегистрированные в этом интервале /время регистрации/, считаются принадлежащими одному событию ядерного распада. Кратность события определяется по числу зарегистрированных нейтронов. О каждом событии кодируется следующая информация: кратность, номера сработавших счетчиков, коды амплитуд сигналов, время появления сигнала от счетчика относительно стартового.

Для определения фона, связанного с космическим излучением, к коду событий, совпадающих по времени с регистрацией мюонов, системой защиты из пластических сцинтилляторов добавляется метка, вырабатываемая специальной схемой. По окончании времени регистрации закодированная информация объединяется в массив длиной 34 байта и передается через входной регистр на магистраль КАМАК.

МИКРОЭВМ МАСАМАС

МикроЭВМ МАСАМАС фирмы Borex состоит из интеллектуального КАМАК-контроллера /тип 1521/2/ и трех модулей расширения памяти /тип 1522/2/ объемом 16Кбайт каждый. Контроллер построен на базе микропроцессора Intel-8080 и, кроме интерфейса КАМАК, имеет интерфейс системной консоли. Процессор соединяется с модулями расширения памяти внешней шиной. Восьмиуровневая векторная система прерываний процессора используется операционной системой /ОС/ для инициализации системы после включения, принятия решений при сбойных ситуациях, для обслуживания встроенного таймера, терминала, модулей крейта по сигналам LAM(L) и организации системных ловушек/3/.

ОС микроЭВМ МАСАМАС хранится в программируемых постоянных запоминающих устройствах /ППЗУ/ и занимает объем памяти ~4Кбайт. Кроме того, ОС использует при работе память с произвольной выборкой /ППВ/ объемом ~1Кбайт. Программы обслуживания внешних устройств и двоичной арифметики входят в ОС и хранятся в ППЗУ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

К дополнительным устройствам относятся фотосчитыватель FS-1501, ленточный перфоратор, десятичный счетчик импульсов, графический дисплей и линия связи с ЭВМ МЕРА-60-30. Эти устройства подключены к магистрале КАМАК при помощи соответствующих интерфейсов/4-6/. Для обмена информацией при помощи перфоленты используется абсолютный двоичный формат представления данных, предложенный фирмой DEC/3/. Графический дисплей применяется, главным образом, при контроле работы аппаратуры для индикации различных экспериментальных кривых. Из-за отсутствия в ОС программ "Редактор" и "Ассемблер" процесс подготовки загрузочных модулей осуществляется на ЭВМ МЕРА-60-30 с использованием кросс-ассемблера. Обмен данными между МАСАМАС и МЕРА-60-30 осуществляется по линии связи между крейтами КАМАК. В качестве интерфейсов используются входные и выходные регистры с односторонней параллельной потенциальной асинхронной связью/6/.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

Разработанные программные средства предназначены для сбора, накопления, анализа и представления в удобной форме экспериментальных данных с аппаратуры нейтронного детектора. Они реализуют интерактивный режим работы, при котором пользователь вводит с клавиатуры видеотерминала приказы о выполнении различных задач. Ввод, интерпретацию и выполнение установленного набора приказов осуществляет программа-монитор клавиатуры. Часть монитора, отно-

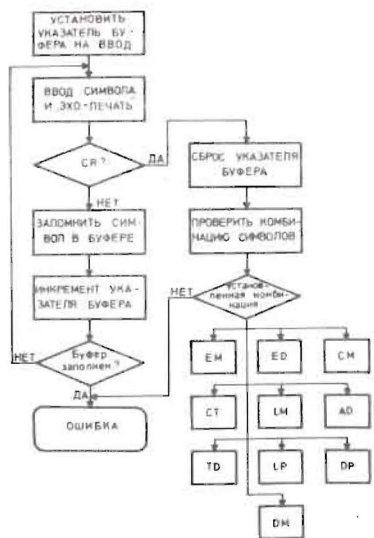


Рис.4. Блок-схема интерпретатора приказов.

сящаяся к клавиатуре, - интерпретатор приказов осуществляет считывание и декодирование приказов. Если приказ не определен, то формируется сообщение об ошибке. После декодирования приказа интерпретатор передает управление соответствующей программе обработки. Логика реализации функций интерпретатора иллюстрируется блок-схемой на рис.4. Ниже приводится описание работы обслуживающих программ.

Все команды должны заканчиваться знаком возврата каретки (CR) и состоять из двух латинских букв. По команде ED на экран видеотерминала выводится информация о распределении зарегистрированных событий по кратности, текущее астрономическое время и время начала измерений в часах, минутах и секундах. Началом измерений считается время в момент ввода приказа CM, по которому также производится очистка буфера для накопления данных. После ввода приказа EM система указывает на необходимость ввода числа в интервале от 1 до 9, которое определяет кратность событий. Далее осуществляется поиск событий с этой кратностью в буфере данных и вывод информации о них на экран видеотерминала. Выводится следующая информация: астрономическое время регистрации события, номера сработавших счетчиков, коды амплитуд сигналов, время срабатывания счетчиков относительно стартового сигнала в мкс и средняя скорость счета системы защиты детектора к моменту регистрации события.

После ввода приказа ST становится возможным ввести в память ЭВМ текущую дату.

По командам TD и AD начинается формирование гистограмм временного распределения зарегистрированных сигналов относительно стартовых и их амплитудное распределение соответственно. Индикация гистограмм осуществляется на экране графического дисплея.

По командам LP и LM начинается прием данных с фотосчитывателя и с ЭВМ MERA-60-80 соответственно.

По командам DP и DM осуществляется сброс данных на ленточный перфоратор (DP) или ЭВМ MERA-60-30 (DM).

Сбор и накопление данных с нейтронного детектора производится с прерываниями по сигналам L от интерфейса детектора. Аналогично организована работа таймера. Программа обработки прерываний от таймера ЭВМ управляет работой программы усреднения скорости счета импульсов от системы защиты детектора. В кон-

це каждой секунды управление передается программе обслуживания десятичного счетчика. Эта программа осуществляет считывание показаний счетчика и установку его в нуль. Показание счетчика складывается с содержимым ячейки памяти, хранящей среднюю скорость счета. Результат делится пополам и полученное число помещается в ту же ячейку. Начальное значение содержимого указанной ячейки равно средней скорости счета системы защиты детектора, которая хорошо известна/1/.

Авторы выражают глубокую благодарность Г.М.Тер-Акопяну и Л.П.Челнокову за большую поддержку данной работы и многие полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sokol E.A. Nucl.Instr. and Meth., 1984, vol.219A, p.336-338.
2. MACAMAC Controller Type 1521; Memory Extension Type 1522. Hardware Description, Borer, Switzerland.
3. Software Package for MACAMAC. Software Description. Borer, Switzerland.
4. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
5. Семенов Ю.Б. и др. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
6. Челноков Л.П. В кн.: Труды X Международного Симпозиума по ядерной электронике. ЗЕК-433, Дрезден, 1981, с.288.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 июня 1984 года.

Зейналов Ш.С., Сокол Ё.А., Смирнов В.И. P13-84-454
Система автоматизации экспериментов по поиску редких актов
ядерных распадов по множественной эмиссии нейтронов

Описываются технические и программные средства автоматизированной системы, предназначенной для поисков редких событий ядерных распадов по множественной эмиссии нейтронов. Система включает детектор нейтронов, систему защиты от космического излучения, электронную аппаратуру КАМАК, микроЭВМ МАСАМАС и МЕРА-60-30. Программные средства обеспечивают сбор, накопление, анализ и представление экспериментальной информации. Общение экспериментатора с системой осуществляется посредством интерактивных приказов, выдаваемых с клавиатуры командного видеотерминала.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Zejnalov Sh.S., Sokol E.A., Smirnov V.I. P13-84-454
A System for Automation of Experiments to Search for Rare
Nuclear Decay Events by Detecting Multiple Neutron Emission

A description is given of hardware and software of an automatic system designed to search for rare nuclear decay events by detecting multiple neutron emission. The system consists of a neutron detector, a cosmic radiation shield, CAMAC electronic equipment, MACAMAC and MERA-60-30 microcomputers. The system software provides the acquisition, analysis and presentation of experimental data. The communication between the experimenter and system is performed by means of interactive commands issued from the keyboard of videoterminal.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984