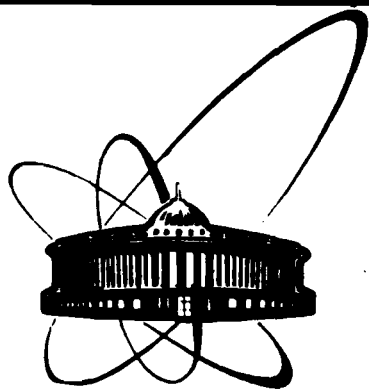


89-674



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

1-77

P10-89-674

**З.Иллеш, А.Шандор, А.Иллеш¹,
К.Хаванчак², Д.Сенеш²**

**СБОР ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРО-ЭВМ
ТИПА COMMODORE 64
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ИОННОГО ПУЧКА**

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

¹ ЦИФИ, Будапешт, ВНР

² Университет, Будапешт, ВНР

Введение. В работах [1, 2, 3] сообщалось о материаловедческих экспериментах в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ с облучением исследуемых образцов тяжелыми ионами с энергией до 14 МэВ/нуклон на ускорителе У-400. При проведении облучения необходимо выполнение ряда требований - однородность распределения дозы облучения на поверхности рабочей части образца, поддержание постоянной интенсивности пучка ионов, одновременно с регистрацией параметров облучения. Для обеспечения стабильности выбранных параметров необходимо непрерывно контролировать процесс облучения. С этой целью была создана 16-канальная система сбора данных /ССД/, управляемая микро-ЭВМ Commodore 64 /С64/. С64 удовлетворяет требованиям наших экспериментов и дальнейшее ее расширение обеспечено интерфейсом IEEE-488, что дает возможность подсоединения к сети ЭВМ.

При работе такой системы измеряемые величины выводятся на один дисплей. Машинное время, необходимое непосредственно для сбора данных и управления, является только частью полного времени и поэтому одновременно с программой управления, написанной в машинном коде, возможно использование программ на языке бейсик с осуществлением обмена параметрами между программами.

Программой в машинном коде выполняются основные задания управления, требующие большой скорости. Дополнительные задания решаются независимыми программами бейсик, которые дают возможность изменения значений параметров в ходе эксперимента в случае необходимости.

Экран дисплея разделен на две части. Верхняя часть постоянно показывает текущие значения измеряемых величин. Нижняя часть выделена для программ бейсик. Такое решение, помимо наглядности представления данных, придает системе гибкость и упрощает усовершенствование программ.

Система сбора данных. Принципиальная схема разработанной нами ССД показана на рис. 1. Аналоговый вход имеет 16 каналов, K_1 - K_{16} . Каналы выбираются программой. Аналоговый сигнал через мультиплексор МП1 попадает на усилитель Y , коэффициент усиления которого управляется программой. После усиления сигнал попадает на схему отбора данных и их сохранения О/С, потом на аналого-цифровой преобразователь АЦП. Каждый канал имеет 3 линии цифрового входа /ЦВ1-ЦВ48/, по которым возможна передача любой цифровой информации, в частности, для характеристики состояния периферийных устройств.

АЦП может работать в униполярном /0...+10 В/ и биполярном /±5В/ режимах. Коэффициент усиления Y устанавливается в пределах 1-500 с шагом 1-2-5..., и т.д. Разрешение равно 8 или 12 бит и выбирается кодом; максимальная чувствительность 0,025%, время конверсии 50 или 250 мкс в зависимости от разрешения.

Аналоговый выход состоит из двух независимых цифроаналоговых преобразователей ЦАП /ЦАП1-ЦАП2/. Разрешение соответствует 8/10 бит, выходные напряжения U_1 и U_2 униполярные /0-10 В/. Эти два выхода могут работать независимо /асинхронный режим/ и согласованно /синхронный режим/, когда U_1 и U_2 изменяются одновременно после завершения преобразования обоими ЦАП.

Расширяет возможности пользователей включение в схему 4 реле, независимых от земли и друг от друга. Эти реле имеют чисто омические, низкоомные контакты и переключают ток до 1 А. Они могут служить для обратной сигнализации и для выполнения сильноточных переключений в схеме управления измерительной системой.

ССД соединяется с шиной С64 через интерфейс с помощью кабеля длиной 1 м. Для ССД разработано расширение языка бейсик, которое записано в ПЗУ и охватывает полный круг возможностей системы. Интерфейс также содержит согласующую схему, удовлетворяющую требованиям стандарта IEEE-488, с помощью которой ССД /при дальнейшем расширении/ можно включить через соответствующую шину в систему ЭВМ и различных измерительных приборов.

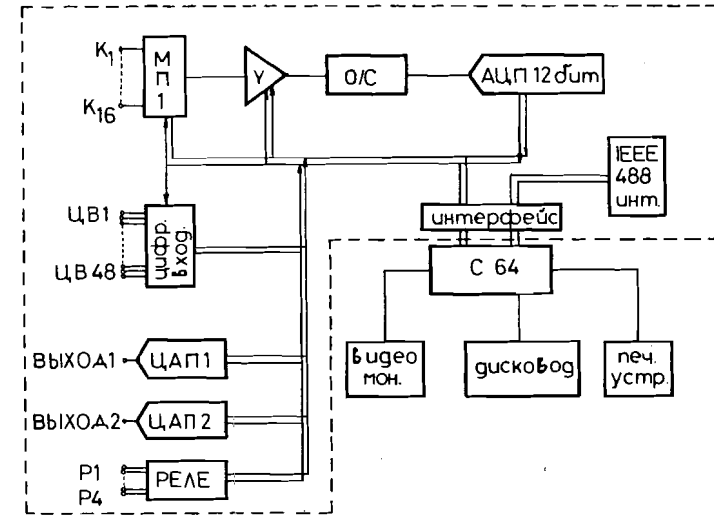


Рис. 1. Система сбора данных. МП1 - мультиплексор; Y - усилитель; О/С - отбор данных и их сохранения; АЦП - аналого-цифровой преобразователь; ЦАП - цифроаналоговый преобразователь.

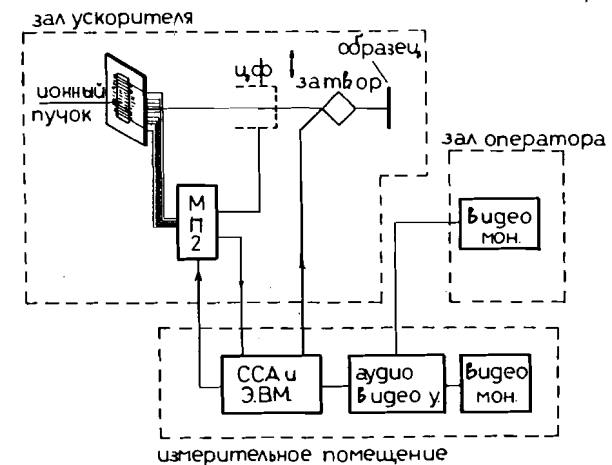


Рис. 2. Структурная схема системы. МП2 - мультиплексор; ЦФ - цилиндр Фарадея.

Диагностика пучка. Одной из функций системы является определение распределения интенсивности пучка ускорителя по образцу. Главным элементом диагностики является 9-секционный детектор вторичных электронов [4], применяемый для контроля распределения интенсивности ионного пучка, специально вытянутого в одном направлении. Под действием энергетического ионного пучка создается положительный заряд, пропорциональный части ионного пучка, проходящей через параллельные алюминиевые полоски. Токи, снятые с полосок, I_i представляют распределение интенсивности пучка на образце, расположенном за детектором. Калибровка детектора происходит по току цилиндра Фарадея (ЦФ на рис.2.), I_Φ и по суммарному току полосок, I_{CT} .

Таким образом измеряются I_i ($i = 1 - 9$), I_{CT} и I_Φ - всего 11 величин. Эти сигналы попадают на один выделенный канал ССД через мультиплексор, работающий в 16-шаговом цикле. Остальные каналы ССД выделены для различных измерительных приборов.

Задачей диагностики является: 1) определение калибровочного коэффициента $K = I_{CT} / I_\Phi$ перед началом опыта; 2) представление пространственного распределение пучка; 3) контроль набранной дозы облучения. На верхней половине экрана дисплея постоянно показаны распределение ионного пучка и параметры, полученные непосредственно из эксперимента по измерениям или по расчетам.

Структурная схема системы диагностики показана на рис.2. Система состоит из 3 частей, которые расположены друг от друга на расстоянии 50-100 м. Детектор вторичных электронов и МП2 помещены в зале ускорителя. Управление установкой и сбор данных производятся дистанционно, и данные поступают в измерительное помещение и к оператору, управляющему ускорителем. Необходимые дистанционные операции осуществляются с помощью реле P1-P4 ССД, управляемые программой.

Программное обеспечение. Для медленно меняющихся процессов программа написана на языке бейсик. При отображении быстрых процессов для того, чтобы параметры на мониторе характеризовали текущее состояние эксперимента (режим реального времени), необходимо использование машинного языка. Каждая проблема требует своего специального решения, но

некоторые существенные элементы могут быть сходными: например, разделение экрана, применение таблицы экспериментальных данных, создание цепи прерывания.

Разделение экрана монитора. Экран разделен на две части, нижняя выделена для бейсика, верхняя для основной программы эксперимента в машинном коде. Такое разделение возможно, например, путем прерывания раstra с помощью видеоинтерфейса ЭВМ СБ4. Данное решение простое, но его недостатком является то, что нагружается процесс прерывания машины. В результате теряется точность интервала времени (16.66...мс) между двумя прерываниями системы. В то же время если запрос раstra получен во время прерывания системы, то запрос откладывается, пока прерывание не закончится. Все это приводит к тому, что два изображения перекрываются и изображение мигает.

Поэтому было выбрано другое решение проблемы. Подпрограммы управления экраном операционной системы ЭВМ были модифицированы таким образом, что для клавишей управления курсором и команд бейсика "вход-выход" верхняя часть экрана не была доступна. Для получения разделенного экрана были модифицированы соответствующие подпрограммы бейсика, в частности подпрограммы HOME, CSRSR UP, DELETE и CLS. Для проведения таких изменений нужно переписать из ПЗУ в ОЗУ бейсик и операционную систему. Данная часть ОЗУ находится в области памяти, соответствующей подпрограммам для управления магнитофоном, и может быть использована для наших целей.

Процесс измерения. Между двумя прерываниями системы проходит 16.66... мс. За это время необходимо интерпретировать данные, полученные от ССД, оставляя нужное время для остальных функций системы (бейсик, контроль клавиши). В таком случае четко определенный временной интервал (16.66...мс) между двумя запросами прерывания можно использовать и для других целей. Принятое нами решение обеспечивает системе характер "режима реального времени".

Наша ССД может работать в биполярном (-5 В, +5 В) и униполярном (0, 10 В) режимах, разрешение 8 или 12 бит, и коэффициент усиления μ меняется кодом. Таким образом, двоичное

число Y , полученное в результате измерения, соответствует напряжению (в вольтах)

$$X = \frac{Y \cdot U}{B \cdot m}, \quad (1)$$

где $B = 256; 128; 4096$ или 2048 , $U = 5; 10$ и $m = 1, 2, 5, \dots$ в зависимости от режима работы. Для расчета по выражению (1) необходима минимум одна операция с плавающей запятой, что настолько увеличивало бы время прерывания С64, что не хватало бы достаточно времени для других функций системы.

С целью ускорения работы для каждой комбинации U , B и m было составлено по одной таблице, элементами которых являлись возможные значения X , отличающиеся на 1 бит. Любому значению Y соответствует какой-нибудь элемент таблиц. После выбора режима работы, еще перед началом эксперимента, нужная таблица закладывается с диска в ПЗУ. Нахождение элемента таблицы идет гораздо быстрее, чем операция с плавающей запятой. Пока ССД представляет новый результат измерения, для экономии времени, идет обработка предыдущих данных.

Цель прерывания. В случае прерывания измерительная программа имеет следующие задания: 1/ инициация преобразования канала, указанного МП1; 2/ обработка предыдущего канала МП1, в том числе а/ нахождение значения параметра канала МП1 по таблицам; б/ изображение, если это канал распределения интенсивности пучка; в/ расчет дозы D , если идет измерение $I_{ст}$; г/ расчет K , если идет калибровка; 3/ запись значения канала МП1.

Задания в/ и г/ выполняются только после 16 измерительных циклов /4 с/ и практически дают текущие значения. В то же время частота повторения невысокая, так как всего каждая 256-я подпрограмма прерывания превышает 16.66...мс.

Цель прерывания еще включает в себя измерение продолжительности облучения и текущего времени, что решено с использованием двух внутренних таймеров ЭВМ.

Выбор режима "калибровка" или "измерение", установка времени и характерных параметров облучения идут по меню. Для того, чтобы нажатием клавиши (целесообразно выбрать клавишу,

которая редко применяется) из бейсика сразу перейти в меню, необходимо включить еще одну подпрограмму в цепь прерывания, что является ее первым, постоянным элементом. Естественно, при написании подпрограммы, которая здесь подробно не обсуждается, надо было иметь в виду и управление стекком.

Работа, управляемая бейсиком. Задания, описанные в предыдущих главах, совершаются по программе в машинном коде. Организация системы дает возможность использования языка бейсик в тех случаях, когда задание не требует много времени, или программа часто меняется.

В ходе эксперимента на экране приводятся значения K , полученные и записанные при калибровке. Непрерывно вычисляется среднее значение и разброс K .

Параметры пучка и их возможный допуск зафиксированы заранее и показаны на экране монитора. В случае превышения допуска на экране появляется предупреждение для оператора и подается звуковой сигнал. Если превышение допуска выше критической величины, то пучок автоматически перекрывается затвором по команде программы. После того, как параметры пучка снова установлены в допустимых пределах, программа открывает затвор и эксперимент продолжается.

На экране непрерывно показывается набранная доза облучения D . В момент, когда D доходит до предварительно установленного значения, облучение останавливается по команде программы.

Выше описанная ССД вместе с программным обеспечением уже в течение года надежно работает в экспериментах по изучению воздействия энергетических тяжелых ионов на механические свойства металлов [1, 2, 3]. Опыт продолжительных экспериментов показывает, что она в большой мере облегчает работу физиков и оператора ускорителя.

Авторы выражают благодарность Шеголеву В.А. за содействие в выполнении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хаванчак К., Скуратов В. А., Сенеш Д., Син Хон Чер, Малиновски В., Шеголев В. А.
Изменение предела текучести никеля, облученного энергетичными тяжелыми ионами.
Физика Металлов и Металловедение, том 62, вып. 2, 1986, с. 390-395.
2. K. Havancsák, G. Szenes, V.A. Skuratov, Yun Dun Man, W. Malinowski, V.A. Shchegolev.
233 MeV Ne Ion Irradiation Effects on the Mechanical Properties of Copper.
physica status solidi (a) 106, 371 (1988).
3. G. Szenes, K. Havancsák, T. Ungár, A. Cziráki and V.A. Shchegolev.
Effect of High-energy Heavy-ion Irradiation on the Properties of Copper.
Journal of Nuclear Materials 155-157, 1089, (1988).
4. Хаванчак К., Скуратов В. А., Иллеш А., Син Хон Чер, Малиновски В., Воробьев Е. А., Шеголев В. А.
Диагностика пучков тяжелых ионов в экспериментах по радиационному материаловедению.
Сообщение ОИЯИ 13-84-601, Дубна, 1984. 6с.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 сентября 1989 года.

Иллеш З. и др.

P10-89-674

Сбор данных и управление экспериментом
с использованием микро-ЭВМ типа Commodore 64
для диагностики ионного пучка

Разработана 12-разрядная 16-канальная система управления экспериментом и сбора данных, которая управляется микро-ЭВМ Commodore 64. Даны характеристики системы и описана функциональная схема. Описано применение системы диагностики ионного пучка ускорителя У-400 ЛЯР ОИЯИ. Дано техническое решение разделения экрана дисплея на две части: одна используется для контроля параметров ионного пучка, вторая - для команд управления экспериментом. Некоторые элементы программных средств могут быть использованы и в других задачах.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Illés Z. et al.

P10-89-674

Data Acquisition and Control of the Experiment
Employing Commodore 64 Microcomputer
for Ion Beam Diagnostics

Data acquisition system has been constructed, which is controlled by Commodore 64 personal computer. It includes 16 channels with 12 bits resolution. Characteristics and operating method of the system are given. The system is applied to beam diagnostics at the U-400 cyclotron of Joint Institute for Nuclear Research (Dubna). The screen of the computer is divided into two parts. One graphically displays form and other parameters of ion beam in real-time, and on the other works the measuring control program. Many elements of the program are useful in other tasks.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1989