

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1902 / 82

19/4-82

P16-82-25

В.Т.Сидоров, А.Л.Шишкин

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
НА УСТАНОВКЕ "Ф"

1982

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе описывается первая очередь автоматизированной системы дозиметрического контроля /СДКФ/, предназначенная для проведения радиационного контроля и обеспечения безопасности пуско-наладочных и экспериментальных работ на ускорителе Лаборатории ядерных проблем /установка "Ф"/. Задачи, которые должна выполнять СДКФ, подробно изложены в работе^{1/}. Программное обеспечение СДКФ первой очереди базируется на алгоритме^{2/}, разработанном для данной системы с учетом ожидаемой радиационной обстановки на работающем ускорителе.

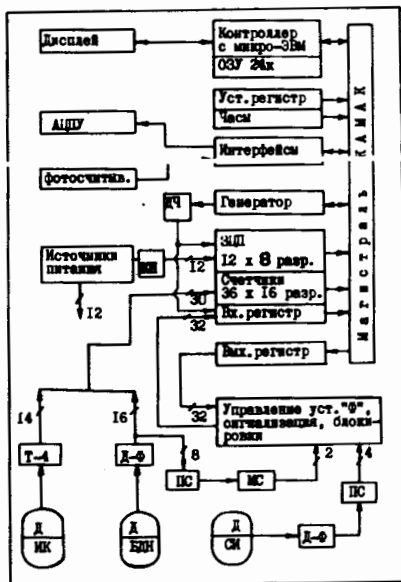


Рис. 1. Блок-схема автоматизированной системы дозиметрического контроля на установке "Ф" /СДКФ/.

Блок-схема СДКФ показана на рис. 1. Система содержит разветвленную сеть информационно-измерительных каналов, по которым в память микро-ЭВМ автономного контроллера^{3,4/} крейта КАМАК поступает информация о радиационной обстановке в месте расположения датчиков-мониторов^{1/}, состоянии цепей питания стойки СДКФ, режиме работы ускорителя и календарном времени.

Считывание этих данных производится периодически - 1 раз в несколько секунд. В ходе последующей обработки часть поступивших данных сравнивается с пороговыми значениями, при достижении которых включается аварийно-предупредительная сигнализация. Кроме того, система накапливает данные, необходимые для оценки интегральных параметров поля излучения как вблизи защиты работающего ускорителя, так и за ней.

II. СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ СДКФ

1. Канал контроля напряжения

Контроль параметров низковольтного и высоковольтного напряжения питания стойки СДКФ осуществляется путем преобразования напряжения в ток в блоке "Контроль напряжения" /КН, рис. 1/. В качестве нагрузочного сопротивления в выходной токовой цепи блока КН используется входное сопротивление преобразователя заряд-код /ЗЦП/ КА 006^{/5/}, через которое производится заряд интегрирующей емкости преобразователя. Запуск ЗЦП осуществляется тактовым импульсом, вырабатываемым системой, состоящей из кварцевого генератора КВ 005^{/6/}, дающего частоту 1 Гц, и делителя частоты /ДЧ/ с коэффициентом деления, устанавливаемым в пределах от 1 до 10 с шагом 1. Длительность сигнала на выходе делителя частоты задается переключателем в диапазоне от 20 до 100 нс.

Заряд, собранный на емкости за это время, преобразуется в число, которое затем считывается в ОЗУ микро-ЭВМ для обработки. Всего контролируется работа 12 блоков питания, из них 10 низковольтных и 2 высоковольтных.

Световая сигнализация, расположенная на передних панелях блоков "Контроль напряжения" и "Входной блок питания" стойки СДКФ, показывает наличие или отсутствие того или иного напряжения на шинах питания.

2. Канал детектирования нейтронов

Данные о поле нейтронов в рабочих помещениях установки ¹⁹Fи поступают в память микро-ЭВМ по 16 информационным каналам, включающим в себя блоки детектирования нейтронов ¹⁷/Д/БДН/, дискриминаторы-формирователи ¹⁷/Д-Ф/ и счетчики КАМАК типа КС 020 и КС 017^{/5/}. Интегральная чувствительность такого канала зависит в основном от диаметра замедлителя. Так, например, для замедлителя из полиэтилена диаметром 270-272 мм и Pu-Be источника быстрых нейтронов она составляет около 0,6 имп.см²/нейтрон. Фон канала, обусловленный собственными шумами и космическим излучением, обычно не превышает 10⁻² имп./с. Контроль по мощности эквивалентной дозы быстрых нейтронов может осуществляться в диапазоне от 10⁻⁴ бэр/ч /1,0 мкЗв/ч/ до 2,0 бэр/ч /20 мЗв/ч/.

3. Каналы детектирования заряженных частиц и гамма-квантов

Контроль и мониторинг уровней смешанного излучения /нейтроны, гамма-кванты, заряженные частицы/ в мощных полях радиации проводятся на основе воздушных ионизационных камер

(Д/ИК), преобразователей "ток-частота" /Т-Ч/, основные характеристики которых аналогичны опубликованным в работе^{/8/}, и счетчиков КАМАК указанных выше типов. Чувствительность канала с такими параметрами к гамма-излучению ⁶⁰Co составляет около 10⁻⁴ рентген/имп., что позволяет уверенно контролировать уровни радиации, эквивалентные по ионизации мощности экспозиционной дозы в несколько сот миллирентген в час.

Двенадцать ионизационных камер размещены в главном зале ускорителя и предназначены для измерения азимутального распределения вторичного излучения, которое обусловлено потерями протонов при ускорении. Четыре канала детектирования с датчиками типа УСИТ-1-2А на основе газоразрядных детекторов СИ-22Г (Д/СИ) предназначены для контроля малых уровней гамма-излучения на выходах из пристроек 1 корпуса Лаборатории ядерных проблем. Контрольный уровень /порог/ для каждого канала задается вручную с помощью блока "Пороговая схема" ¹⁷/ПС/. В том случае, если частота следования импульсов на входе ПС канала превысит пороговую, на выходе блока появится аварийный сигнал, по которому включается соответствующая световая и звуковая сигнализация. Работа четырех каналов с датчиками Д/СИ идет автономно без подключения к ЭВМ.

4. Вспомогательные информационные каналы

Данные о режиме работы ускорителя поступают в память ЭВМ через входной регистр КР 005^{/9/} от электромагнитных устройств управления ускорением и выводом пучков заряженных частиц. Единица в том или ином разряде входного регистра обозначает включение соответствующего электромагнитного устройства.

Регистр констант /Уст.регистр/ КР 010^{/5/} и часы КВ 004^{/6/} обеспечивают календарную отметку информации, считываемой в ОЗУ микро-ЭВМ.

5. Порядок группировки информационно-измерительных каналов

По своему назначению и задачам контроля все каналы разделены на 6 групп:

- группа 1 содержит 12 каналов и контролирует уровни напряжений источников питания СДКФ;
- группа 2 содержит 4 канала с ионизационными камерами (Д/ИК), расположенными в главном зале ускорителя и предназначенными для определения режима работы ускорителя по наличию или отсутствию вторичного излучения, обусловленного потерями протонов при их ускорении и выводе, а также для проведения интегрального дозиметрического контроля;

- группа 3 содержит 6 каналов с 4 датчиками нейтронов (Д/БДН) и 2 ионизационными камерами, которые располагаются в районе канала протоновода в пристройке №4 корпуса ЛЯП и обеспечивают здесь аварийно-предупредительный и интегральный дозиметрический контроль;
- группа 4 содержит 4 канала с датчиками нейтронов, предназначенными для проведения аварийно-предупредительного и интегрального дозконтроля в лабораторных помещениях пристройки №2 1 корпуса ЛЯП;
- группа 5 содержит 16 каналов с 8 датчиками нейтронов и 8 ионизационными камерами. Информация, поступающая по каналам группы, используется для проведения интегрального дозиметрического контроля;
- группа 6 полностью состоит из вспомогательных информационных каналов.

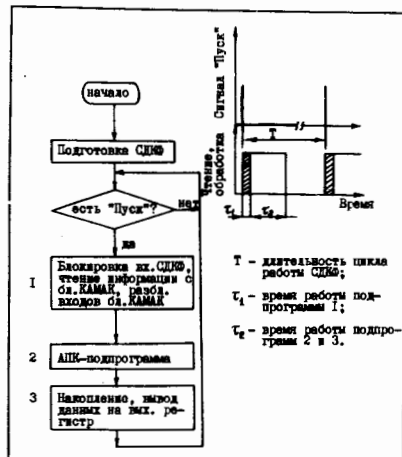
III. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СДКФ

1. Порядок работы СДКФ

Порядок работы системы определяется специальной программой /рис.2/, которая включает в себя подпрограмму "Подготовка СДКФ", выполняющую операции подготовки блоков КАМАК и памяти микро-ЭВМ к приему и обработке информации. Далее система находится в режиме ожидания управляющего тактового сигнала "Пуск", поступающего от генератора через регулируемый делитель частоты /рис.1/. В это время микро-ЭВМ может быть загружена любой другой программой, выполнение которой прерывается тактовым импульсом. Затем производится блокировка входов блоков КАМАК и последовательное считывание информации, поступившей в регистры

блоков по информационно-измерительным каналам системы: сначала по каналам группы 1, затем - группы 2 и т.д. По существу время выполнения подпрограммы 1, осуществляющей операцию "Чтение"/интервал t_1 , рис.2/, является "мертвым" временем СДКФ. Подпрограмма заканчивается очисткой регистров и разблокировкой входов в блоках КАМАК. С этого момента начинается очередной цикл набора данных по каналам системы.

Рис.2. Блок-схема программы обработки данных СДКФ.



Параллельно ЭВМ производит обработку прочитанных данных по подпрограмме 2 - "Аварийно-предупредительного контроля" /АПК-подпрограмме/, которая следит за тем, чтобы уровни излучения за защиты ускорителя или другие контролируемые параметры системы не вышли за установленные пределы.

Информация о характере и наиболее вероятной причине неполадок в работе ускорителя или СДКФ выводится через выходной регистр KB 002^{6/} на световое сигнально-информационное табло. Одновременно, при необходимости, включается звуковая сигнализация.

Интегральный контроль проводится подпрограммой 3 "Накопление" в течение нескольких суток отдельно для работающего и неработающего ускорителя.

Наибольшее время выполнения подпрограмм 2 и 3 / t_2 , рис.2/ не превышает 4 мс. Затем управление передается в прерванную программу.

Таким образом, работа СДКФ состоит из отдельных циклов. Верхнее значение длительности цикла T /интервал между соседними тактовыми импульсами/ ограничено допустимым временем срабатывания сигнализации системы при возникновении на ускорителе аварийной ситуации. Как показывают оценки, эта величина равна 10 с потому, что даже в худшем случае индивидуальная доза облучения персонала за $T=10$ с не превысит 0,4 бэр /4 мЗв/. Нижнее значение периода T выбирается исходя из допустимого значения потери информации за счет "мертвого" времени системы t_1 . В данном случае при $T \geq 1$ с "мертвое" время СДКФ не превышает 0,2% от значения T . Следовательно, величина T должна находиться в пределах от 1 до 10 с.

2. Ввод-вывод информации

Устройства ввода-вывода информации служат для предоставления оператору необходимых данных о режиме работы ускорителя и о текущей радиационной обстановке в экспериментальных помещениях.

Аварийная и предупредительная информация выводится на специальное световое табло, при необходимости включается звуковая сигнализация.

Оперативная и контрольная информация может быть вызвана оператором из памяти ЭВМ на экран дисплея CM 7209 или представлена в виде печатного текста на АЦПУ DZM-180 через интерфейс КИ 023^{10/}. Основные программы обработки, например АПК-подпрограмма, размещаются в постоянной памяти микро-ЭВМ. Вспомогательные программы /ввода-вывода, тестовые и т.д./ вводятся с помощью фотосчитывателя FS 1501 и интерфейса КИ 013^{5/}.

3. Особенности организации работы СДФ

В предлагаемой системе радиационная обстановка за защитой работающего ускорителя определяется по совокупности показаний датчиков-мониторов на основе экспериментально установленного соответствия между показаниями датчиков и наиболее вероятной эквивалентной дозой в выделенных контрольных точках:

$$H_k = \sum_{j=1}^{\ell} \sum_{i=1}^n M_i A_{ijk} \quad /1/$$

где H_k - полная эквивалентная доза в точке "k" ($k=1 \div K$), обусловленная всеми видами излучения ($j=1 \div \ell$); M_i - показания i -го датчика-монитора; $\{A_{ijk}\}$ - корреляционная матрица, полученная предварительно расчетным путем на основе установленного соответствия между величинами $\{H_k\}$ и $\{M_i\}$. Это дает возможность постоянно улучшать достоверность определения $\{H_k\}$ соответствующей коррекцией элементов матрицы $\{A_{ijk}\}$ по мере поступления более точной экспериментальной информации.

В целом, как уже отмечалось в /1/, предлагаемый способ позволяет повысить эффективность работы аппаратуры, надежность датчиков, а также более полно использовать экспериментальный материал о поле излучения за защитой установки "Ф", получаемый с помощью других приборов и систем дозиметрического контроля.

Для уменьшения случайных срабатываний аварийной сигнализации применяется метод отбора событий с одновременным превышением порогов в нескольких каналах выделенной группы датчиков /для групп 2÷4/.

Аварийный контроль в помещениях пристроек №4 и №2 дублируется с помощью датчиков групп 3 и 4, блоков "Пороговая схема" /ПС/ и "мажоритарные совпадения" /МС/ с кратностью совпадений 2 из 4-х. Применение МС уменьшает вероятность необоснованных срабатываний сигнализации в случае случайного выброса в одном из 4-х каналов группы.

Информация с датчиков нейтронов используется также по общепринятой независимой схеме контроля /11,12/, например, для быстрой оценки интегральных и дифференциальных дозиметрических характеристик поля излучения в месте расположения того или иного датчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа описывает одну из автоматизированных систем дозиметрического контроля на ускорителях высоких энергий, базирующуюся на аппаратуре в стандарте КАМАК с применением микроЭВМ.

В заключение авторы благодарят М.М.Комочкова, А.Н.Синаева, Ю.Г.Будяшова и В.Н.Аносова за полезные замечания, консультации и дискуссии при подготовке настоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комочков М.М., Шишкин А.Л. ОИЯИ, Р16-81-108, Дубна, 1981.
2. Шишкин А.Л., Солнышкина М.Г. ОИЯИ, Б1-16-81-343, Дубна, 1981.
3. Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чуринов И.Н. ОИЯИ, Р10-12481, Дубна, 1979.
4. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
6. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.
7. Будяшов Ю.Г. и др. ОИЯИ, 13-80-881, Дубна, 1980.
8. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, Р13-12334, Дубна, 1979.
9. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
10. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
11. Крашенинников И.С., Матвеев В.В. АЭ, 1981, т.50, вып.2, с.110.
12. Бородин В.Е. и др. Препринт ИФВЭ 80-50, ОРИ/ОНФ, Серпухов, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 января 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
A-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
D9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
D2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
D13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
D17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
D6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
A3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
D13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
D1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
P18-12147	Труды III Совещания по использованию ядерно-физических методов для решения научно-технических и народно-хозяйственных задач. Дубна, 1978.	2 р. 20 к.
D1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
P2-12462	Труды V Международного совещания по нелокальным теориям поля. Алушта, 1979.	2 р. 25 к.
D-12831	Труды Международного симпозиума по фундаментальным проблемам теоретической и математической физики. Дубна, 1979.	4 р. 00 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D2-81-158	Труды XIV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий, Дубна, 1980	3 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Сидоров В.Т., Шишкин А.Л. P16-82-25
Автоматизированная система дозиметрического контроля на установке "Ф".

Описаны структура и принцип работы первой очереди автоматизированной системы дозиметрического контроля /СДКФ/ для ускорителя Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ /установке "Ф"/. Система содержит 30 каналов для контроля радиационной обстановки с помощью датчиков, размещенных около ускорителя и за его защитой, 12 каналов - для контроля состояния цепей питания системы, 2 - для передачи вспомогательной информации о режиме работы ускорителя. Обработка информации производится периодически, раз в несколько секунд, автономным контроллером крейта со встроенной микро-ЭВМ. Результаты радиационного контроля выводятся на специальное световое табло или на АЦПУ, при необходимости включается звуковая сигнализация.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Sidorov V.T., Shishkin A.L. P16-82-25
Automatic Dosimetric Monitoring System of the "F" Installation.

The structure and work procedure of the first part of automatic dosimetric monitoring system (DMSF) of the Laboratory of Nuclear Problems, JINR, ("F" Installation) are described. The system consists of 50 data measuring lines from which 30 are used to monitor by means of radiation detectors; 12, to control the state of branch circuits, and others give auxiliary information on the accelerator performance. The data are handled and registered by a crate controller with built-in microcomputer once in some seconds. The monitoring results are output on a special light panel, a sound signaling and on a printer. The DMSF electronics has been developed at the Laboratory of Nuclear Problems and at the Department of Radiation Safety and Radiation Researches.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.