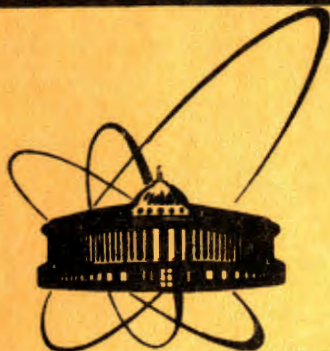


85-274



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

13-85-274

Л.М.Онищенко, А.Л.Шишкин

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ
РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НА УСКОРИТЕЛЯХ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1985

Развитие современных ускорителей высоких энергий идет по пути создания так называемых "чистых" ускорителей, в которых стараются исключить потери заряженных частиц при ускорении, выводе и транспортировке. Это позволяет наращивать токи и энергию ускоренных частиц при сравнительно невысоких затратах на сооружение защитных экранов и устройств, так как для нормальной работы ускорителя защита необходима лишь в районах мишенных станций и ловушек пучков.

Наиболее яркими представителями нового поколения ускорителей являются ускорительные комплексы на базе сверхпроводников^{/1,2/}, в которых необходимость ограничения потерь ускоренных частиц диктуется не только радиационной безопасностью, но и в не меньшей степени необходимостью защиты сверхпроводников от радиационного разогрева^{/3/}. По этой причине современные ускорители должны быть оборудованы специальной аппаратурой тревожной сигнализации, обеспечивающей сбор и анализ информации о радиационной обстановке, а также вырабатывающей сигналы тревоги на прекращение работы ускорителя или его тракта в случае возникновения аварийной ситуации.

Несмотря на различие ускорителей и ожидаемой на них радиационной обстановки, можно выделить общие черты в структуре и алгоритмах обработки информации систем контроля радиационной безопасности.

1. СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ /АСКРБ/

Большинство АСКРБ строится на иерархической структуре с распределенным интеллектом^{/4-7/}.

На первом, "младшем" иерархическом уровне располагаются датчики и аппаратура для сбора и первичной обработки информации о радиационной обстановке. Анализ информации проводится в автоматическом режиме специализированными микро-ЭВМ. Результаты обработки выводятся на местные сигнально-информационные табло в систему управления ускорителей, а также в подсистему "старшего" иерархического уровня для дальнейшей обработки /рис.1/.

Типы и расположение датчиков, а также быстродействие подсистемы первого уровня определяются конкретной радиационной обстановкой и условиями эксплуатации основного оборудования ускорителя.

Описанный канал позволяет реализовать различные схемы контроля, устанавливая для каждого конкретного случая свои маски и логику контроля. Например, если датчики подсистемы измеряют интенсивность пучка в различных зонах ионотода, то непредусмотренные потери приведут к изменению числа, поступающего на вход БГА, и, соответственно, к включению сигнала тревоги.

Если быстродействие более нескольких миллисекунд, то можно упростить канал измерения /рис.2б/, поручив выполнение операции сравнения вычислительной машине подсистемы.

Контроль исправности канала детектирования производится с помощью источников /генераторов/ контрольных импульсов /КИ/, подключаемых периодически через выходные регистры или непосредственно с магистрали крейта к детектору канала.

Включение сигнализации, блокировок, вывод сигналов управления к внешним устройствам и блокам обеспечивается выходными регистрами, а ручной ввод информации в микро-ЭВМ, например, кодов управления режимами работы подсистемы - входными регистрами или регистрами констант.

Блоки часов предназначаются для временной разметки измерений и результатов обработки, а также организации работы программ.

Межкрейтная связь /аналоговая или цифровая/ используется не только для обмена массивами данных между подсистемами, но и позволяет наращивать объем контроля. При необходимости одна микро-ЭВМ может обслуживать несколько крейтов /6/.

Начало работы подсистемы задается появлением импульсов прерывания. Для ускорителей с циклом ускорения в несколько секунд /например, для синхрофазотрона/ в качестве импульсов прерывания можно использовать стробы самого ускорителя. Это - стробы начала и конца ускорения, стробы быстрого и медленного вывода. Для ускорителей типа фазотрона /8/, в которых короткие циклы ускорения, в качестве импульсов прерывания можно использовать импульсы от любого генератора.

Быстродействие программного включения сигнализации устанавливается оператором равным или кратным периоду следования импульсов прерывания.

1.2. Состав подсистемы АСКРБ второго уровня

Состав подсистемы АСКРБ второго уровня /АСКРБ-2/ определяется задачами, общими для большей части иерархических автоматизированных систем управления и обработки /см., например, /9//:

- управление всей системой,
- обработка информации от подсистем первого уровня,
- подготовка и вывод данных в заданном формате,
- удобное для оператора представление результатов контроля на экранах дисплеев и АЦПУ,
- организация записи, хранения и поиска больших массивов данных.

Таким образом, АСКРБ может не иметь собственной подсистемы второго уровня /6,10/, если ее задачи сможет выполнять одна из подсистем АСУ ускорителя.

На рис.1 показан желаемый состав внешних устройств АСКРБ-2: НМД /НМЛ/ - накопитель на магнитных дисках /лентах/, АЦПУ - алфавитно-цифровое печатающее устройство, ТВ - телевизор или телемонитор, ПС - перфораторная станция /перфоратор и фотосчитыватель/.

Вспомогательные блоки /генераторы, часы, счетчики с установкой, регистры/ применяются для отладки работы оборудования, проверки отдельных каналов детектирования и организации работы системы в автоматическом режиме.

2. ПОРЯДОК РАБОТЫ АСКРБ

Программное обеспечение АСКРБ разрабатывается в виде отдельных подпрограмм, выполнение которых производится после приема системой соответствующего сигнала прерывания. Каждый сигнал прерывания имеет свой приоритет. Поэтому сигнал высокого приоритета прерывает выполнение подпрограмм более низкого приоритета и запускает свою программу обработки информации. После ее выполнения ЭВМ продолжает работу по прерванной подпрограмме.

Сигналы прерывания поступают в систему от внешних источников или от генераторов /см. разд.1/. В работе /11/ показаны типичное распределение и источники сигналов прерывания для микро-ЭВМ, входящей в состав контроллера крейта КАМАК.

В данной работе не описываются программы общего пользования, такие, как, например, монитор, ассемблер, редактор текста, арифметика с плавающей запятой и др. Микро-ЭВМ подсистем первого уровня содержит монитор и программы оперативной обработки информации АСКРБ. Вычислительная машина второго уровня имеет полную операционную систему, необходимую как для работы системы, так и для подготовки ее программного обеспечения.

2.1. Порядок работы АСКРБ-2

Перед началом работы в память управляющих вычислительных машин АСКРБ заносятся данные, необходимые для работы системы. Это - таблицы порогов и контрольных значений, число групп и датчиков, номера измерительных каналов, коды управления и сигнализации. Данные заносятся оператором вручную или с помощью внешних носителей /магнитофон, фотосчитыватель и т.п./ сначала в память ЭВМ АСКРБ-2, а затем по линиям межкрейтной связи в память микро-ЭВМ подсистем первого уровня /рис.3а/. После реинициализации /подготовки/ и запуска АСКРБ-1 микро-ЭВМ АСКРБ-2 подготавливается к приему сигналов прерывания от под-

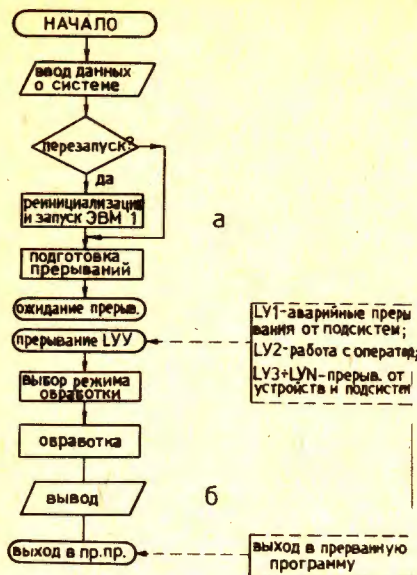


Рис.3. Организация работы микро-ЭВМ АСКРБ-2.

систем первого уровня. На этом заканчиваются операции запуска системы. Далее АСКРБ-2 работает по программам, которые вызываются сигналами прерывания $LY1 \div LYN$ /рис.3б/.

Программы аварийной обработки по сигналам $LY1$ выполняют следующие операции:

- записывают в память /в том числе на внешние устройства/ и подготавливают к выводу на экран дисплеев и телемониторов информацию о радиационной обстановке, время, дату и данные о режиме работы ускорителя;
- передают аварийный сигнал в систему третьего уровня с указаниями района и наиболее вероятных причин аварии;

- заносят сообщение об аварийной ситуации в дежурный протокол на АЦПУ /или на магнитные носители/;

- в случае аварийной остановки подсистемы АСКРБ-1, например, из-за случайного отключения питания или сброса информации, включают сигнализацию, фиксируют случившееся, осуществляют инициализацию и новый запуск подсистемы;

- выводят аварийные сообщения на экран дисплеев и телемониторов.

По сигналу $LY2$ подсистема начинает работать в диалоговом режиме с оператором, который в результате обработки должен получить следующую информацию:

- распределение потерь заряженных частиц,
- радиационная нагрузка на персонал при работе ускорителя,
- радиационная нагрузка на оборудование и узлы ускорителя,
- сбои и неисправности средств измерения АСКРБ-1, контрольные показания в каналах измерения и прохождение контрольных тестов через управляющие микро-ЭВМ.

Можно выделить два вида информации: текущую /оперативную/ - данные за последний цикл измерений, и интегральную, усредненную за определенные промежутки времени и режимы работы ускорителя. Поэтому в программах АСКРБ необходимо предусмотреть накопление данных с учетом реального времени и интенсивности пучков ускорителя. При обработке интегральных параметров представляют интерес вычисления средних величин за смену, за сутки и за любое количество суток отдельно и в среднем по режимам.

Результаты вычислений желательно представлять как в абсолютных единицах, с учетом калибровки, так и в относительных - относительно аварийных или предупредительных порогов, а для распределения потерь - относительно первичной интенсивности пучка.

Важной характеристикой измерения является точность, зависящая от многих факторов: статистической погрешности измерений, методической ошибки градуировки, характеристик полей радиации и объекта и т.п. Так, например, точность измерения радиационных нагрузок на оборудование в значительной степени зависит от количества датчиков и их размещения.

В принципе, возможно снабдить каждый узел индивидуальными дозиметрами и добиться точности 10-30%. Но для задач радиационной безопасности, как правило, достаточно измерять радиационные нагрузки с точностью до порядка величин, что позволяет правильно оценивать характер и опасность радиационной обстановки.

Этот же вывод справедлив и в отношении организации работ по обеспечению безопасных условий труда персонала. В переменных, сложных по составу полях ионизирующих излучений ускорителей высоких энергий стационарные системы, в том числе АСКРБ, не могут сами по себе обеспечить всю полноту информации об облучаемости отдельных сотрудников. С этой точки зрения системы являются частью большого комплекса методик и средств, включающего в себя переносные приборы, индивидуальные дозиметры, исследовательскую аппаратуру, и поэтому за приемлемую точность для стационарных систем можно принять точность тоже до порядка величины, позволяющей верно представлять степень опасности для персонала.

В случае, когда крейты подсистем АСКРБ-1 располагаются на значительных расстояниях от подсистемы АСКРБ-2, оператор имеет возможность получить подробную информацию о радиационной обстановке и работе системы на местные пультовые дисплеи АСКРБ-1, запросив данные сигналами прерывания $LY3 \div LYN$ от управляющей ЭВМ АСКРБ-2.

При организации и разработке программ вывода информации следует особое внимание уделять наглядности и емкости форматов вывода, учитывая особенности и возможности зрительного и слухового восприятия человека:

1. Целесообразно аварийные сообщения передавать в мнемоническом цветном коде с буквенно-цифровым обозначением канала, а в случае необходимости - величину и физическую размерность измеряемого параметра, что позволяет оператору произвести быструю оценку ситуации.

2. Высокую информативность имеет графическое, особенно цветное, представление данных. Так, например, текущая радиационная обстановка может быть изображена в виде цветной гистограммы,

на которой уровень излучения, измеренный каналом, представляется в процентах от аварийного порога.

3. Желательно цифровую информацию выводить по группам каналов, объединенных по территориально-функциональным признакам. Это помогает оператору отсеять ложные данные и увеличить достоверность оценок.

4. Аварийные сообщения необходимо сопровождать звуковыми сигналами.

2.2. Программы работы АСКРБ-1

Подсистема АСКРБ-1 считается готовой к работе после того, как в память ее микро-ЭВМ заложены необходимые для работы сведения: таблицы порогов и контрольных счетов, коды управления и сигнализации, количество датчиков и порядок их разбиения на группы. При этом информация о состоянии и идентификации датчиков записывается в статусные регистры каналов. Часть битов в регистре канала отведена под данные о состоянии канала /неисправность, отклонения измеряемых параметров за границы аварийных и предупредительных порогов/, часть - под номер группы и, по возможности, личный номер. Несколько битов зарезервированы под управляющую информацию: отметки о конце массива датчиков, о необходимости накопления и обработки данных /рис.4/.

По сигналу прерывания LХ1 микро-ЭВМ АСКРБ-1 начинает обработку информации, поступающей от датчиков системы. Алгоритм основной программы АСКРБ-1 может быть проиллюстрирован укрупненной блок-схемой, показанной на рис.4.

"Подготовка". Подпрограммы "Подготовка" инициализируют память, управляющие ячейки и статусные регистры каналов к новому циклу обработки. При этом стирается оперативная информация от предыдущего цикла, переписываются коды управления, очищается оперативная зона памяти.

"Чтение". Перед началом считывания информации микро-ЭВМ ус-

танавливает в магистрали сигнал блокировки входов блоков КАМАК. Затем ЭВМ приступает к чтению указанных в программе буферных регистров блоков с их последующим сбросом /обнулением/. Чтение заканчивается снятием сигнала блокировки, после чего начинается новый цикл накопления статистики. Управление передается программам анализа прочитанных данных.

По существу, время операции чтения является "мертвым" временем, которое следует учитывать в случаях, когда длительность цикла набора статистики невелика, например, сравнима со временем чтения.

"Сравнение". На этом этапе числовая информация каналов последовательно сравнивается с предупредительным и аварийным порогом. Начальные адреса нужных таблиц вычисляются с учетом режимов работы ускорителя и битов управления. В случае отклонения измеряемого параметра за рамки порогов в соответствующие биты статусного регистра канала записывается единица, например, путем добавления. В случаях, когда канал неисправен или в статусном регистре есть отметка, отменяющая обработку канала, операция сравнения данного канала не проводится.

"Контроль". Подпрограммы "Контроль" проверяют исправность средств измерения и обработки с целью уменьшения ложных срабатываний сигнализации в случаях, когда отклонения измеряемых параметров вызваны неисправностью датчиков и электроники канала. Проверка осуществляется путем включения канала в режим измерения контрольных импульсов. Количество зарегистрированных за время контроля импульсов должно находиться в пределах заданных величин. Проверка сопровождается записью результатов сравнения в статусные регистры каналов и коррекцией информации в неисправных каналах.

Операция контроля занимает сравнительно много времени и в некоторых случаях может сильно уменьшить статистику следующего за обработкой цикла. Поэтому необходимо либо применять быстрые способы диагностики /см., например, /12// работы канала, либо вводить поправку в информацию нового цикла. Для учета поправки в управляющий регистр программы заносится нужный код.

"Анализ по группам". По результатам сравнения, записанным в статусных регистрах каналов, определяется качественная картина радиационной обстановки. Для увеличения надежности заключений и выводов о характере облучения этот анализ производят на основании данных от группы датчиков, контролирующей тот или иной участок.

В алгоритме анализа целесообразно предусмотреть такие пороги сигнализации и расположение датчиков, при которых бы исключались единичные отклонения параметров за границы аварийных порогов в группе. Кроме того, в случае ухудшения радиационной

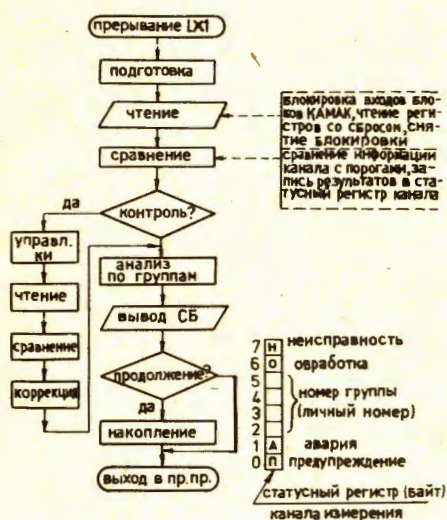


Рис.4. Алгоритм основной программы работы АСКРБ-1.

обстановки все "неисправности" в каналах группы должны интерпретироваться как авария.

Результаты анализа в виде числового кода заносятся в специальные ячейки памяти, управляющие выводом данных на сигнально-информационное табло, и блокировки.

"Вывод СБ". В зависимости от типов устройств отображения информации существует несколько различных программ вывода. Наиболее простая из них заключается в том, что результаты группового анализа, записанные в одно- или двухбайтовом буфере, без изменения выводятся на выходной регистр, причем единица в каком-либо разряде обозначает включение соответствующего устройства /табло, релейной станции, блокировки/.

Если для отображения результатов измерений используются дисплеи, телемониторы, алфавитно-цифровые табло, то программа вывода обрабатывает записанные предыдущей программой коды, определяет адреса выводимых таблиц и сообщений, а затем производит передачу этих массивов в указанные устройства.

"Продолжение". В ряде случаев, особенно с точки зрения быстродействия, бывает необходимо сократить обработку. Поэтому основная программа заканчивается, а управление передается в прерванную программу.

"Накопление". Набор подпрограмм "Накопление" производит суммирование информации по каналам измерения за определенные промежутки времени и отдельно по режимам работы ускорителя. Это позволяет контролировать динамику измерений параметров за длительные промежутки времени, оценивать интегральные радиационные нагрузки на оборудование и персонал, выявлять режимы с худшими технологическими параметрами и тем самым правильно планировать работу и отладку ускорителя.

Дополнительно в памяти микро-ЭВМ резервируется массив для сохранения полной информации /статистика по каналам, контрольные счета, статусные регистры и регистры управления, время/ о последней аварийной ситуации, а также количество предупредительных срабатываний в каждой группе за смену.

"Контроль работы микро-ЭВМ". Задача контроля работы ЭВМ включает в себя проверку работы всех узлов, элементов памяти вычислительной машины. Полная проверка возможна лишь с использованием другой ЭВМ. В рамках оперативной программы достаточно проконтролировать правильность прохождения через основную программу обработки контрольного слова, которое может устанавливаться различными способами. С этой целью могут использоваться входные регистры или генератор и счетчик. При нормальной работе ЭВМ в конце программы в одном из разрядов выходного регистра изменяется уровень, устанавливаемый в предыдущем цикле обработ-

ки. Отсутствие в данном разряде регистра импульсов указывает на сбой в работе микро-ЭВМ.

В одной подсистеме АСКРБ-1 может быть несколько прерываний LX1 с внутренним приоритетом, что дает возможность осуществить раздельную во времени обработку групп каналов. Например, для ускорителей типа синхрофазотрона можно обеспечить раздельный контроль за ускорением и выводом частиц с помощью одной управляющей микро-ЭВМ.

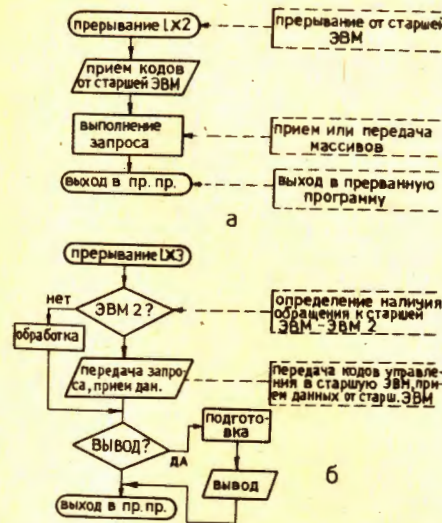


Рис.5. Подпрограммы работы АСКРБ-1.

По сигналам прерывания LX2 вычислительная машина АСКРБ-1 производит прием /передачу числовых массивов и программ в память АСКРБ-2 /рис.5а//.

Местное управление работой системы осуществляется сигналами LX3 /рис.5б/, по которым выполняются следующие операции:

- вывод информации по каналам /текущие данные, интегральная информация, статусные регистры и т.п./ на местные дисплеи, табло, печать;
- включение сигнализации и блокировок;
- запуск программы "Контроль";
- передача кодов управления в микро-ЭВМ АСКРБ-2 на обработку и передачу результатов обработки в память АСКРБ-1;
- запуск тестовых программ;
- установка кодов управления основной программы;

- внесение изменений и дополнений в статусные регистры каналов;

- вывод информации на местные устройства печати.

Описанный круг программ и алгоритмов не исключает все возможные ситуации и условия и может быть расширен /уточнен/ исходя из конкретных требований и обстановки.

3. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЙСТВУЮЩИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В таблице приведены некоторые характеристики действующих автоматизированных систем контроля радиационной безопасности на крупных ядерно-физических установках, в том числе на ускорителях заряженных частиц высоких энергий в ЦЕРНе /Швейцария/,

Таблица

№ п/п	Параметры систем	ЦЕРН	ОИЯИ	ИЯФ	ВЕКТОР
1	2	3	4	5	6
1.	Количество уровней обработки	2	2	2	2
2.	Типы ЭВМ первого и второго уровней	Микро-ЭВМ Мини-ЭВМ	Микро-ЭВМ Микро-ЭВМ	Микро-ЭВМ Мини-ЭВМ	Микро-ЭВМ Микро-ЭВМ
3.	Технические характеристики АСКРБ-1:				
-	стандарт и количество крейтов	КАМАК, I	КАМАК, I	КАМАК, 2	ВЕКТОР, I
-	количество каналов измерения	16	48	50	48
-	устройства вывода данных	ЦД, ЛЦПУ	АЦД	АЦД, ТВ	ЦД
-	цикл обработки данных (с.)	6	1÷10	1÷10	<1
4.	Задачи подсистем первого уровня:				
-	сравнение данных с двумя уставками	+	+	+	+(Э)
-	групповой анализ результатов сравн.	-	+	-	-
-	накопление данных (цикл накопления)	1 ч	8 ч	мин	-
-	накопление данных по режимам	-	+	-	-
-	контроль работы электроники канала	+	+	+	+
-	контроль работы датчиков	?	+	-	+
-	контроль работы программ	+	+(Э, П)	-	+
-	вычисление мощности дозы	+	-	+	+(ЭП)
5.	Задачи подсистем второго уровня:				
-	накопление данных	+	+	+	-
-	вычисление средних показаний	+	+	+	-
-	распечатка данных на АЦПУ	+	+	+	+
-	вывод информации на ТВ дисплей	+	+	+	+
-	управление подсистемами I-го уровня	+	+	-	-
-	запись данных на магнитн. ленты, диски	+	+	+	-
-	запись данных на перфоленту	+	+	+	+

Примечания: ЦД - цифровой дисплей, ЛЦПУ - ленточная цифровая печать, АЦД - алфавитно-цифровой дисплей, ТВ - телевизионный монитор, Э - операция выполняется аппаратно, П - программно.

ОИЯИ /Дубна/, ИЯФ СО АН СССР /Новосибирск/. Наиболее подробно указаны технические параметры и возможности подсистем первого иерархического уровня, непосредственно обеспечивающих измерения и радиационную безопасность работающего персонала. Надо отметить, что такое сравнение в известной степени относительно, так как применение микропроцессора и микро-ЭВМ позволяет значительно расширить программное и математическое обеспечение работы АСКРБ. Скорее, эти примеры служат наглядной иллюстрацией приведенного выше материала.

Автоматизированная система радиационного контроля и безопасности ЦЕРНа/4/ охватывает контролем территорию в 560 гектар, на которой размещены 8 ускорителей и 13 экспериментальных зон. Система содержит разветвленную сеть датчиков, измеряющих уровни внешнего облучения, содержание радиоактивных веществ в воздухе рабочих помещений и в воде, уровни наведенной радиоактивности. Информация от датчиков собирается несколькими подсистемами первого уровня. В случае, когда уровни излучения превышают контрольные уставки, система вырабатывает сигналы тревоги.

Подсистема первого иерархического уровня с помощью микро-ЭВМ на основе МП INTEL 8080A производит оперативную обработку данных, поступающих от 16 датчиков, в том числе оценивает среднюю мощность дозы за время ~90 с, вычисляет логарифм мощности дозы и преобразует его в аналоговый сигнал 0÷10 В. Оператор имеет возможность вручную ввести 11 кодов управления с контролем ввода-вывода данных по 32-знаковому арифметическому дисплею на передней панели крейта. Для обработки данных используется память - 4096 байт ПЗУ и 512 байт ОЗУ.

Все подсистемы первого уровня подключаются радиальными связями к центральной мини-ЭВМ. Она производит сбор и обработку информации /по сигналам прерывания/, контролирует работу "младших" микро-ЭВМ, управляет выводом данных на телевизионные дисплеи, мнемосхемы и информационные табло.

По мнению авторов, внедрение автоматизированной системы позволило значительно увеличить объем радиационного контроля в ЦЕРНе при слабом возрастании численности обслуживающего персонала /на 9% в течение 10 лет/.

Автоматизированная система непрерывного радиационного контроля электрон-позитронного ускорительного накопительного комплекса ВЭПП-4/6/ состоит также из двух иерархических уровней. Подсистема первого уровня содержит два крейта КАМАК, управляемых 24-разрядной микро-ЭВМ, выполненной в виде программируемого крейт-контроллера с объемом памяти 32 кслов. Один крейт КАМАК используется для сопряжения блоков детектирования и подключения сигнализации и блокировок, другой - для обработки, накопления и вывода информации. Управление подсистемой производится с помощью алфавитно-цифрового дисплея, подключенного к микро-ЭВМ.

Система не имеет собственной управляющей ЭВМ второго уровня. Для этого используется одна из мини-ЭВМ /ОДРА-1325/, управля-

щая ускорительным комплексом и оборудованная магнитными дисками, магнитофонами и АЦПУ. В дальнейшем предполагается с целью автономизации системы снабдить микро-ЭВМ внешней памятью и аппаратным загрузчиком для автоматического перезапуска программы в случае остановки. Насколько оправдана полная автономизация системы, покажет будущее. Авторы/6/ планируют оснастить автоматизированными системами и другие установки ИЯФ СО АН СССР, при этом индивидуальные системы будут объединены в локальную информационную сеть.

Промышленное устройство регистрации и преобразования информации УИМ-90 разработано на базе микро-ЭВМ "Электроника-60" и блоков системы ВЕКТОР/13,14/.

Сигналы с датчиков, поступающие в виде статистически распределенной частоты или временного интервала, преобразуются в цифровой код, который сравнивается с двумя уставками в блоке многоканального интенсиметра. Программа обработки обеспечивает вычисление средней частоты по 16 измерениям в каждом канале и среднеквадратичной ошибки измерений. Цикл обработки устанавливается в диапазоне $T = n/f$, где $1 \leq n \leq 255$, а $f = 78$ кГц. В основной системе сориентирована на производственные условия с установленным ритмом работы, поэтому главным контрольным показателем выбрано значение мгновенной мощности излучения.

Предусмотрено ручное управление УИМ-90 с помощью набора 5-разрядного кода управления с контролем информации по местному цифровому дисплею на передней панели.

Имеется возможность обмена информацией с системой накопления и отображения информации СП-1 по радиальному каналу связи. В СП-1 производится обработка и отображение информации по любому из 256 аналоговых каналов, с отображением картины радиационного контроля на экране цветного телевизора в виде схем, гистограмм и документирования данных на перфоленту и бумажный рулон ЭПМ "КОНСУЛ-260".

Адаптация систем КРБ /АСКРБ/ ВЕКТОР для ускорителей ОИЯИ требует определенных усилий:

- необходима значительная доработка программного обеспечения для получения интегральных характеристик полей радиации, а также для подключения дополнительных внешних устройств;
- потребуются разработка блоков связи ВЕКТОР-КАМАК для сопряжения систем КРБ с другими подсистемами и АСУ ускорителя;
- необходимо дополнить состав внешних устройств системы КРБ ВЕКТОР алфавитно-цифровым дисплеем и магнитофоном /магнитными дисками/.

Автоматизированная система дозиметрического контроля фазотрона ЛЯП ОИЯИ /СДКФ/15/ выполнена в стандарте КАМАК на базе блоков, разработанных и изготовленных в ОИЯИ. В качестве управляющих вычислительных машин первого и второго уровней используются микро-ЭВМ КМ 001/15/ на основе МП серии КР 580, встроенных в контроллеры КК 006/15/крейтов.

Подсистема первого уровня позволяет обрабатывать информацию, поступающую от 48 датчиков. Алгоритм обработки аналогичен приведенному на рис.4. Обслуживающие программы занимают 3,75 кбайт ПЗУ и около 3,0 кбайт ОЗУ. При разработке программ, блоков и датчиков СДКФ большое внимание уделялось надежности работы системы и удобству ее эксплуатации. Например, решение о включении аварийной сигнализации и блокировок принимается на основании информации от группы датчиков, а программный контроль работы программы дублируется аппаратным контролем. Раздельное накопление информации по режимам позволяет выявить недостаточно обработанные, с точки зрения радиационной безопасности, режимы работы ускорителя, а также оптимизировать программу его работы.

Методика контроля работы каналов детектирования нейтронов на основе счетчиков СМН-14/12/ дает возможность сравнительно быстро определять неисправности /за время $\leq 0,1$ с по сравнению с временем контроля ~ 300 с/14//. Поэтому программой обработки предусмотрено включение режима контроля каждый раз, когда показания канала выходят за установленные пороги. Кроме того, описанная методика может использоваться для отладки программ и аппаратуры АСКРБ-1, так как динамический диапазон контрольных счетов перекрывает пять порядков, с возможностью варьирования счетов в каналах по желанию оператора.

В подсистеме АСКРБ-1 предусмотрен ручной ввод 5 кодов управления для проверки работы каналов и сигнализации, для управления набором статистики по вспомогательным каналам измерения, для вывода результатов обработки на экран дисплея.

Окончательная обработка информации производится микро-ЭВМ подсистемы второго уровня. Для обработки используется 8,8 кбайт ПЗУ и около 52 кбайт ОЗУ.

Программы обработки обеспечивают вычисление средних мощностей доз, интегральных величин радиационных нагрузок, вывод информации в виде таблиц и сообщений на экран АЦД и АЦПУ, запись информации на магнитную ленту, подготовку и отладку программ для работы систем.

В заключение хочется поблагодарить коллег по работе за полезные дискуссии и критические замечания. Авторы надеются, что настоящее сообщение может дать практическое представление о структуре и построении АСКРБ на ускорителях высоких энергий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Graddock M.K. IEEE Trans. on Nucl.Sci., 1983, vol.NS-30, No.4, p.1993.
2. Ageev A.И. и др. В сб.: Труды VIII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1983, т.1, с.8.

3. Байшев И.С. и др. В сб.: Труды VIII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1983, т.1, с.262.
4. Mou B., Rou G., Shave A. Preprint CERN, HS-RP/057, Geneva, 1981.
5. Громов В.О. и др. ОИЯИ, 10-84-687, Дубна, 1984.
6. Карагальцев В.В. и др. В сб. аннотаций Девятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1984, с.159.
7. Крашенинников И.Г., Матвеев В.В. АЭ, 1981, т.50, вып.2, с.111.
8. Глазов А.А. и др. ОИЯИ, 9-3951, Дубна, 1968.
9. Круг Х. ОИЯИ, P10-83-175, Дубна, 1983.
10. Глейбман Э.М. и др. В сб.: Труды VIII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1983, т.2, с.304.
11. Сидоров В.Т. ОИЯИ, 10-80-567, Дубна, 1980.
12. Будашов Ю.Г., Шишкин А.Л. ОИЯИ, 13-82-743, Дубна, 1982.
13. Поруханов А.В., Титов Л.Г. В сб.: Ядерное приборостроение. СНИИП, М., 1984, вып.2/57/, с.58.
14. Ахапкина Т.В. и др. В сб.: Ядерное приборостроение. СНИИП, М., 1984, вып.2/57/, с.53.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 апреля 1985 года.

Онищенко Л.М., Шишкин А.Л.
Автоматизированные системы контроля
радиационной безопасности
на ускорителях высоких энергий

13-85-274

Сделан обзор материалов по действующим автоматизированным системам контроля радиационной безопасности на ядерно-физических установках, в том числе на ускорителях высоких энергий. Показано, что предпочтительными являются 2-уровневые иерархические системы сбора и обработки информации с распределительным интеллектом. Дано описание структуры таких систем и их программного обеспечения.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградской

Onishchenko L.M., Shishkin A.L.
Automated Systems for Radiation Control
at High Energy Accelerators

13-85-274

Materials on automated radiation control systems in operation at nuclear physics facilities, including high energy accelerators are reviewed. Two-level distributed-intellect hierarchic systems for collecting and processing of information are shown to be preferable. The structure of these systems and their software are described.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985