

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С 344, 1п

С - 16

1/xi-76

10 - 10027

4345/2-76

Ш.Салаи

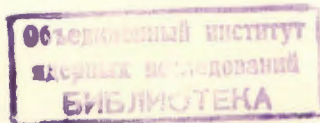
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ  
ДЛЯ СБОРА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
ПО МЕТОДУ ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА

**1976**

10 - 10027

Ш.Салаи

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ  
ДЛЯ СБОРА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
ПО МЕТОДУ ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА



## Введение

Для проведения автоматизированного эксперимента по методу времени пролета желательно использовать ЭВМ, так как она может одновременно обеспечить управление спектрометром, контроль состояния устройств и накопление спектрометрической информации.

Управление спектрометром, а также проверку его дополнительных параметров целесообразно выполнять в стандарте КАМАК.

Накопление спектрометрических данных является основной задачей экспериментов, они представляют наибольшее количество информации. В связи с тем, что обслуживание модулей в стандарте КАМАК требует времени больше, чем 15 мкс, во многих экспериментах применение системы КАМАК для регистрации и передачи данных по программному каналу не представляется возможным. В то же время передача большого количества информации по программному каналу нецелесообразна потому, что существенно уменьшает вычислительную мощность процессора. С другой стороны, контроллер КАМАК с прямым доступом к памяти является относительно сложным и дорогим устройством. Отсюда можно сделать вывод, что для накопления спектрометрической информации необходимо использовать канал прямого доступа к памяти с разработкой специального интерфейса для обеспечения интегрального анализа.

Для визуального наблюдения необходимо иметь графический дисплей. Вывод информации на экран дисплея по автономному

каналу требует минимального времени, но при этом применяется довольно сложное оборудование. С другой стороны, использование программного канала для этих же целей при незначительном увеличении затрат времени упрощает оборудование и обеспечивает более широкие возможности отображения. Так как задача отображения является второстепенной, то ей предоставляется низший приоритет.

Для обеспечения управления системой оптимальным является использование алфавитно-цифрового дисплея. Однако для получения протокола в состав системы необходимо включить пишущую машинку (телетайп).

Программирование работ ЭВМ можно проводить на разных уровнях. Наиболее детально работа системы описывается машинными командами. Такое решение наиболее экономично при использовании памяти и времени исполнения, а его применение целесообразно в том случае, если эти характеристики наиболее критичны. Этот метод требует больших затрат времени программиста и существенных переделок при изменении условий эксперимента. Непосредственное применение языков высокого уровня невозможно, так как они, как правило, не обладают командами (подпрограммами) для управления нестандартными периферийными устройствами. В случае их расширения достигается большая гибкость в изменении условий экспериментов.

### Интерфейс для интегрального анализа

Чтобы осуществить интегральный анализ с узкими временными каналами и большими загрузками, необходимо использовать канал автономной передачи. Для создания таких систем особенно удобно использовать ЭВМ типа ТРА-1 /1,2/, так как ее канал прямого доступа к памяти позволяет осуществить четыре режима: вывод данных, ввод данных, инкремент и ввод с суммированием по данному адресу. С этой целью был разработан и создан интерфейс, работающий в одноцикловом режиме с вводом данных с суммированием. Функциональная схема интерфейса для временного анализа приведена на рис.1.

Предусмотрены два режима: в первом каждый импульс канальной серии инициирует автономную передачу, во втором режиме во время сигнала временного окна интерфейс занимает канал прямого доступа. Таким образом исключается время реакции машины на запрос автономной передачи и обеспечивается ширина временных каналов 2,5 мкс. Первый режим используется в том случае, если ширина временных каналов больше 16 мкс.

В начале работы с помощью периферийной команды записывается начальный адрес временного спектра в памяти ЭВМ. Для этой цели служит шестизрядный регистр, содержимое которого стартовым импульсом переписывается в адресный счетчик. Стартовый импульс также стирает младшие разряды адресного счетчика.

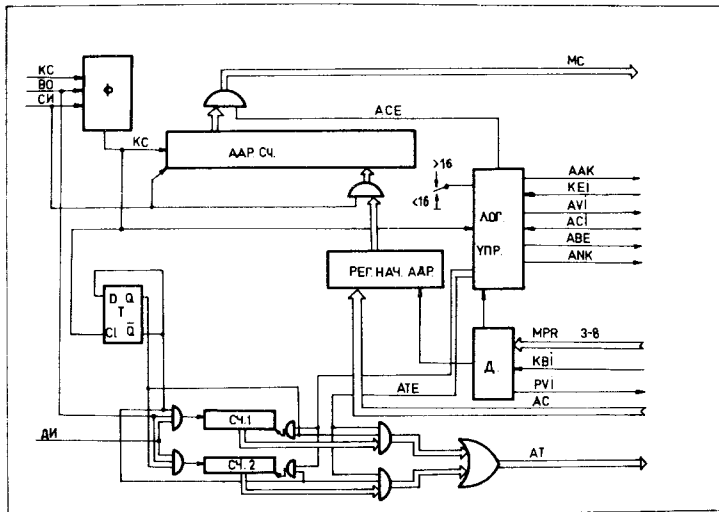


Рис. 1 Функциональная схема детекторного интерфейса

Для приема детекторных импульсов служат два быстрых счетчика (для измерения угловой зависимости упругого рассеяния нейтронов – четырехразрядные, а для измерения с поляризованными нейтронами – пятиразрядные), которые работают поочередно с целью исключения мертвого времени анализатора.

Очередной импульс канальной серии увеличивает на 1 адресный счетчик, переключает входные и выходные цепи быстрых счетчиков и затем начинает цикл автономной передачи. Интерфейс синхронизуется с ЭВМ, вырабатывает внутренние и внешние управляющие сигналы и выдает актуальный адрес из адресного счетчика на шины МС11+0 и ЕААС2+0. После ответа ЭВМ "Адрес принят" (сигнал АС1), интерфейс выдает сигналы для определения режима ввода с суммированием (сигналы АНК, АВЕ) и подает содержимое счетчика, не занятого регистрацией, на шины АТ11+7. В конце цикла автономной передачи этот быстрый счетчик сбрасывается.

### Построение измерительного модуля

Измерительный модуль построен на базе ЭВМ типа ТРА-2.

Работа ЭВМ проходит на трех основных уровнях:

- 1) автономная регистрация данных по каналу прямого доступа;
- 2) обслуживание периферийных устройств по каналам прерывания программы (телетайп, дисплей, система КАМАК и быстрое считывающее устройство);

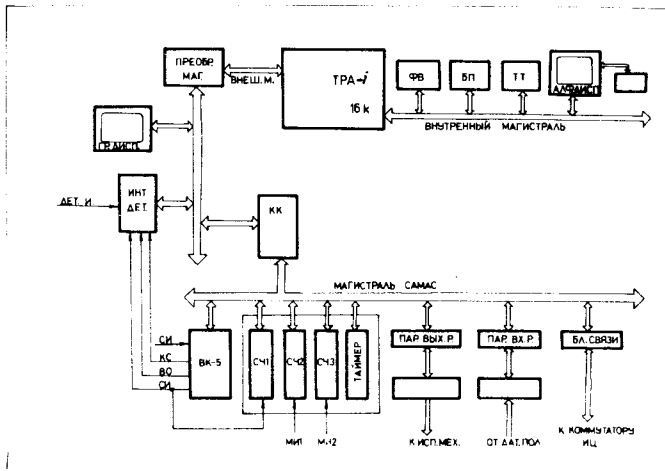


Рис. 2 Блок-схема измерительного модуля

3) программное обслуживание периферийных устройств и выполнение команд экспериментатора.

Блок-схема измерительного модуля изображена на рис. 2.

Имеется специализированный контроллер КАМАК (САМ.1.02<sup>/3/</sup>), который работает по программному каналу.

Для управления автоматикой используется специально разработанный модуль, содержащий 12-разрядные входной и выходной параллельные регистры и регистр для проверки состояния. С помощью регистра проверки состояния и входного параллельного регистра генерируется сигнал LAM по совпадению или по несовпадению условий. Для устранения помех, возникающих от исполнительных двигателей, входы и выходы блоков гальванически разделены с помощью обмотки реле.

Для генерации временных каналов используется временной кодировщик, ВК-5<sup>/4/</sup>, позволяющий выбрать время задержки в широком интервале. С помощью этого же кодировщика все временные каналы можно разделить на восемь групп с одинаковым числом каналов в каждой. Ширина временных каналов в группе может быть различной.

Для обеспечения связи с устройствами измерительного центра<sup>/5/</sup> был разработан блок связи (БС)<sup>/4/</sup>. Он обеспечивает выдачу кодов в двух режимах. В одном режиме (положение "I2") он выдает 24-разрядные слова для БЭСМ-4, где по соответствующему признаку вызывает подпрограмму и преобразует их к виду, соответствующему ПОФИ, а также организует запись данных

на накопитель НМЛ<sup>/6/</sup>. Блок связи в другом режиме (положение "I6") выдает 16-разрядные слова для БЭСМ-4 или других устройств измерительного центра.

Для управления используется алфавитно-цифровой дисплей типа ВТ-340<sup>/7/</sup> с интерфейсом<sup>/8/</sup>, подключаемый к магистралям ЭВМ. Он работает по программному каналу и передает информацию в параллельном коде.

Для наблюдения спектров используется графический дисплей на базе монитора ТЕКТРОНИХ 604<sup>/9/</sup>.

Модуль типа САМ.5.02<sup>/10/</sup> содержит четыре 24-разрядных счетчика с предварительной установкой. Три счетчика можно использовать для счета стартовых или мониторинговых импульсов, а четвертый — как часы реального времени, работающие от внутреннего кварцевого генератора.

#### Программное обеспечение измерительного модуля

Измерительная система на базе ЭВМ эффективна лишь в той степени, в какой эффективно ее программное обеспечение. Разработанная автором программа ФОККАМ (FOCCAM Formula Calculation extended САМАС) построена на базе языка ФОКАЛ<sup>/11/</sup>, относится к языкам высокого уровня и является интерактивным рекурсивным интерпретатором. Организация ФОККАМА обеспечивает гибкие и эффективные средства тестирования, редактирования и отладки программ. Рекурсивные свойства этого языка позволяют составлять

программу почти прямо по описанию алгоритма и значительно экономить память. Но из-за расходов времени, связанных с организацией стека, он относительно замедлен. ФОККАМ имеет два общих программных стека для хранения переходов к вложенным подпрограммам и для временного хранения операндов при арифметических операциях.

ФОККАМ позволяет работать в режиме непосредственного общения с ЭВМ как с каждой командной строкой, так и после накопления некоторого набора командных строк, имеющих порядковые номера (косвенная программа).

Программа ФОККАМ состоит из трех основных частей: подпрограммы дешифрации входного текста; подпрограммы для выполнения команд и арифметических операций и подпрограммы обслуживания периферийных устройств по прерыванию.

Дешифрацией входного текста является, в сущности, вызов соответствующей подпрограммы. Дешифрируя первый символ, интерпретатор определяет данную операцию, и нет необходимости в дешифрации целой командной строки для начала выполнения программы. Дешифрацию выполняет подпрограмма, работающая с двумя аргументами, один из которых — адрес списка символов (начальные буквы команд), а другой служит для определения адреса соответствующих подпрограмм. Если символ не найден из первого списка, то отпечатывается код ошибки и интерпретатор ждет, пока оператор не даст ясную формулировку.

Стандартный набор команд ФОКАЛа расширен командами, позволяющими управлять спектрометром и обрабатывать спектрметрическую информацию.

Для управления графическим дисплеем имеется группа команд, с помощью которых можно выбирать оптимальный режим для наблюдения накапливаемых и обрабатываемых спектров.

Обеспечена возможность работы с алфавитно-цифровым дисплеем или с телетайпом (для получения протокола), ввод предварительно написанных косвенных программ с помощью быстрого считывателя, вывод на быстрый перфоратор косвенных программ или результатов.

Имеется группа команд для управления экспериментом (включение и выключение интерфейса детекторных данных, организация передачи данных на БЭСМ-4 и др.).

ФОККАМ способен выполнять обычные арифметические операции.

Группа функциональных команд расширена командами управления модулями в стандарте КАМАК и обработки спектрметрических данных.

Функции обработки спектрметрических данных могут иметь один или два операнда. В первом случае значение переменного будет являться содержимым канала, определяемого операндом. Во втором случае первый операнд определяет канал, а второй — его новое значение. Основной задачей этой группы функций является преобразование формата

данных (из формата с фиксированной запятой в формат с плавающей запятой и наоборот).

Для управления модулями в стандарте КАМАК существует три функции: чтение, запись и контроль. Они имеют следующие операнды: первый определяет номер крейта (I-7), второй - номер станции (I-3I), третий - субадрес (O-I5), четвертый - функцию (O-3I), пятый - данные для команд записи. Эти операнды могут быть выражением, содержащим функции КАМАК. Предусмотрена возможность проверки ответных сигналов при командах чтения и записи.

Все периферийные устройства работают по прерыванию. Прерывания от модулей в стандарте КАМАК могут обслуживаться двумя путями. Прерывания, не требующие сложной обработки данных, обслуживаются сразу же. В тех случаях, когда требуется обработка данных, интерпретатор ФОККАМ заканчивает текущую операцию и затем выполняет вызов косвенной программы с порядковым номером I5. Под порядковым номером I5 оператор заранее должен написать требуемую подпрограмму обработки данного прерывания. Это обеспечивает большую гибкость для управления автоматизированной измерительной системой.

#### З а к л ю ч е н и е

Измерительный модуль был создан в измерительном центре ЛНФ ОИЯИ для измерения с поляризованными нейтронами.

Предварительный цикл измерений, проведенных с помощью описанной электроники на базе ТРА-1, показал надежную и стабильную работу системы. Применение ЭВМ дало возможность в ходе эксперимента проверять и контролировать некоторые параметры и функции установки, проводить расчеты спектров с выводом результатов на дисплей, что позволило оперативно находить необходимые параметры спектров.

Хорошо зарекомендовал себя метод организации работы ЭВМ с разбиением ее действия на три операционных уровня с разными приоритетами, благодаря чему в задачу программы управления не входила функция запоминания событий. Использование многосчетчикового режима существенно снизило мертвое время спектрометра (до 50 нс). Применение стандарта КАМАК в значительной степени облегчило создание электронной части спектрометра, повысило надежность его работы, а также облегчило его программное управление.

Программа ФОККАМ значительно облегчает наладку экспериментов с возможностью предварительной обработки.

Автор приносит глубокую благодарность Л.Б.Никольнеру, Г.П.Жукову и В.А.Вагову за полезные дискуссии и ценные замечания.



## Л и т е р а т у р а

1. TPA-i Computer Manual, Budapest, KFKI, 74-420, 1974.
2. TPA-i, Interface Manual, Budapest, KFKI 45/30/74, 1974.
3. SAM. 1.02 1001 TPA-i SAMAC Controller Budapest, KFKI, 73-8646, 1973.
4. И.П.Барабаш, В.Н.Белик и др., ОИЯИ, II-8522, Дубна, 1975.
5. В.А.Вагов, В.Н.Замрий, В.Б.Злоказов и др. ОИЯИ, IO-5370, Дубна, 1970.
6. В.А.Вагов, В.Н.Замрий, Т.С.Рерих, Ш.Салаи, ОИЯИ, IO-8190, Дубна, 1974.
7. BT-340 Техническое описание и инструкция по эксплуатации, ВИДЕОТОН, 2I-830-340-2-0A, Будапешт, 1974.
8. Д.Рубин, Ш.Салаи, ОИЯИ, IO-9644, Дубна, 1976.
9. В.М.Грязнов, Я.Томик, ОИЯИ, IO-8074, Дубна, 1974.
10. SAM.5.02 Scaler-timer, Budapest, KFKI, 73-8040, 1973.
11. ФОКАЛ, ЦИФН, 72-6487, Будапешт, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 августа 1976 года.