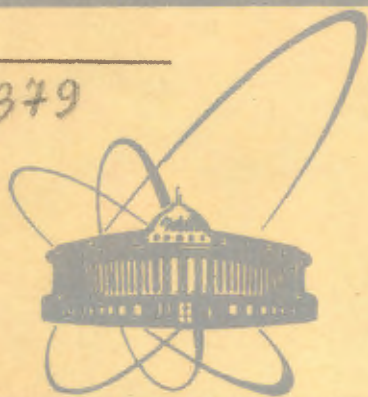


H-379



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

147/
2-80

14/1-80

13 - 12782

Нгуен Хак Тхи, О.К.Нефедьев, Б.В.Фефилов

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗАТОР
НА БАЗЕ СИСТЕМЫ МАКАМАК

1979

Нгуен Хак Тхи, Нефедьев О.К., Фефилов Б.В. 13 - 12782

Многомерный анализатор на базе системы МАКАМАК

Приводятся основные сведения о многомерном анализаторе, созданном на базе системы МАКАМАК. Анализатор включает в себя микропроцессорный контроллер 1521, модули памяти 1522 фирмы "Борер" и модули КАМАК / кодировщики, блок организации совпадений, дисплейный драйвер, блоки ввода-вывода на перфоленту/. В качестве терминала используется "Видеотон-340", а для визуального представления данных - дисплей RG-96. Программное обеспечение анализатора /"Нептун"/ включает монитор, программы сбора, накопления и предварительной обработки результатов измерения, программы дисплея, программы пользователя. Монитор обеспечивает общение экспериментатора с системой путем диалога через клавиатуру терминала.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Nguyen Khak Tkhi, Nefedyev O.K., Fefilov B.V. 13 - 12782

Multidimensional Analyser Based on MACAMAC System

General information about multidimensional analyser based on MACAMAC system is given. The analyser includes a microprocessor controller 1521 and memory modules 1522 of the "Borer" firm (Switzerland), CAMAC modules: ADCs, coincidence organization module, display driver, paper tape input and output modules. The Videoton-340 serves as a terminal, and for data visualisation RG-96 display device is used. The analyser software includes: a monitor, data acquisition programs, display program and users' programs. The monitor organises user-system dialogue by means of terminal keyboard.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В экспериментах по синтезу сверхтяжелых элементов, изучению их физико-химических свойств, исследованию механизма взаимодействия тяжелых ионов с ядрами широко применяются обычные промышленные многоканальные анализаторы, например АИ-4096, ВМ-96, ТРИДАК, обеспечивающие одномерный и двухмерный анализ.

С появлением дешевой полупроводниковой и микропроцессорной техники стало возможным создание многомерных анализаторов, выполняющих не только функции накопления и представления данных, но и оперативную, сравнительно несложную их обработку /калибровка и разметка спектров, интегрирование участков спектра, вычитание фона и т.д./. Такие анализаторы могут работать как автономно, так и в составе автоматизированных измерительных комплексов на основе ЭВМ в качестве мониторов.

Первый в Лаборатории ядерных реакций многомерный анализатор подобного типа был создан на базе системы МАКАМАК фирмы БОРЕР /Швейцария/ ^{1/}, состоящей из интеллектуального контроллера типа 1521 /на основе микропроцессора ИНТЕЛ-8080/ и трех модулей памяти типа 1522 емкостью 16 Кбайт каждый. Модули 1522 связаны с контроллером 1521 по внешней микропроцессорной шине и программно-управляемы. Отсутствие канала прямого доступа в память существенно снижает пропускную способность системы, но тем не менее оказалось возможным использовать ее в экспериментах, имеющих сравнительно небольшую /до 10^3 / интенсивность аппаратно отобранных событий. К достоинствам системы МАКАМАК можно отнести сравнительно большой объем оперативной памяти /48 Кбайт/, что имеет существенное значение для накопления многомерных спектров, исполнение в стандарте КАМАК, развитое математическое обеспечение /монитор, отладочная программа, ассемблер, БЕЙСИК и др./.

Блок-схема системы МАКАМАК представлена на рис. 1.

Контроллер 1521 выполнен на двух платах. На одной плате размещен собственно микропроцессор с встроенной памятью

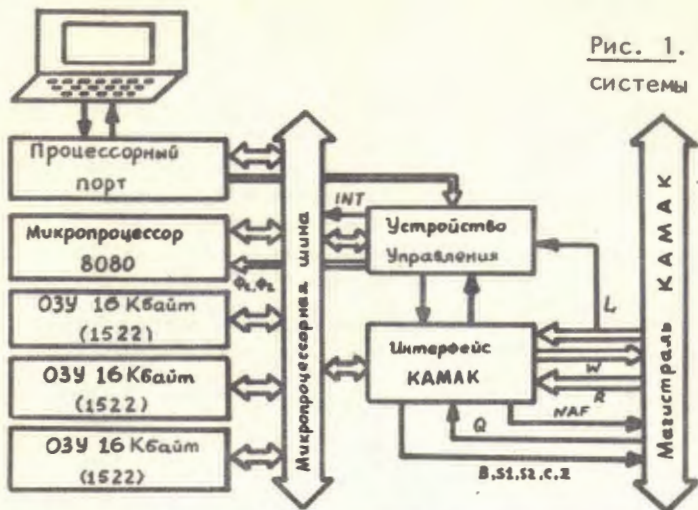


Рис. 1. Блок-схема системы МАКАМАК.

4 Кбайт (PROM) и 2 Кбайт (RAM), а на другой - устройство управления и интерфейс КАМАК. Встроенная память используется для монитора и программы ODT.

Интерфейс КАМАК-контроллера включает:

- дешифратор команд КАМАК,
- генератор сигналов B, S_1, S_2, C, Z, I, X ,
- формирователи сигналов N, A, F ,
- буферный регистр чтения /24 разряда/,
- буферный регистр записи /24 разряда/,
- регистр запросов LAM /24 разряда/,
- регистр состояния и маски /8 разрядов/.

При выполнении команды КАМАК сигналы F формируются из кода на шинах данных ($D_0 \div D_7$), а сигналы N и A - из кода на адресных шинах ($A_0 \div A_{15}$), причем признаком команды КАМАК служит присутствие единиц на шинах $A_9 \div A_{15}$ включительно.

Устройство управления вырабатывает тактовые сигналы для процессора, определяет скорость обмена данными через программно управляемый канал, декодирует команды ввода-вывода процессора и формирует управляющие сигналы для взаимодействия процессора с блоками памяти 1522. Оно принимает также запросы на прерывание от различных источников /модулей КАМАК и терминала/, определяет приоритет и вырабатывает векторы прерывания. В качестве терминала используется АЦТ "Видеотон-340".

Для создания многомерного анализатора необходимо было решить следующие вопросы:

1. Обеспечить хорошее визуальное представление многомерных данных.

2. Разработать проблемно-ориентированное программное обеспечение для организации различных режимов многомерного анализа.

3. Разработать оптимальный набор интерактивных приказов, выдаваемых с терминала, для обеспечения простого диалога экспериментатора с системой.

ВИЗУАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ

Для визуального представления многомерных спектров наиболее подходят специально разработанные для этих целей трехмерные дисплеи RG-96 фирмы "Интертехник" /Франция/ ^{/2/} и NE-256 ЦИФИ /ВНР/ ^{/3/}. В нашей системе использовался дисплей RG-96, имеющий следующие режимы представления данных:

- изображение сечений спектров на плоскости XY с модуляцией яркости в зависимости от содержимого каналов Z,
- изометрическое представление спектров без модуляции яркости в зависимости от содержимого каналов,
- то же, но с модуляцией яркости.

Изометрическое представление может быть получено со сдвигом координат X и Y от 45° до 90° . Максимальное число наблюдаемых каналов по осям X и Y - 4096. Имеется переменное дифференциальное "окно" для выбора подсвечиваемого участка и два маркера по осям X и Y.

Поскольку для подготовки и вывода на дисплей информации об одном канале спектра процессору контроллера 1521 требуется время порядка 50-60 мкс, то для наблюдения 4096 каналов потребуется не менее 200 мс, т.е. частота регенерации изображения будет не более 5 Гц. Для получения качественного изображения /обеспечения частоты регенерации изображения на экране ЭЛТ порядка 40 Гц/ нами был разработан специальный модуль КАМАК - драйвер дисплея, имеющий в своем составе собственную память емкостью 4 Кбайта на элементах динамического типа K565PY1A ^{/4/}.

Функции драйвера дисплея:

- периодическая запись в память /по командам контроллера/ массива спектров /4096x8/;
- формирование кодов и управляющих сигналов для вывода на дисплей 12-разрядного XY кода /адреса канала/, аналогового сигнала Z /содержимого канала/ и сигнала подсвета ЭЛТ;
- дешифрация команд КАМАК.

Наличие внутренней памяти у драйвера дисплея существенно упрощает его программное обеспечение, поскольку требуется лишь периодически обновлять содержимое этой памяти в процессе

накопления данных в модулях 1522. Устройство управления драйвера вырабатывает тактовые импульсы считывания содержимого каналов с частотой 200 кГц и в процессе считывания автоматически регенерирует содержимое динамической памяти. В память драйвера записываются 8-разрядные коды /256 градаций по амплитуде после преобразования ЦАП/, что вполне достаточно для воспроизведения гистограмм спектров на экране ЭЛТ. Масштаб по Z можно изменять с помощью команд-приказов за счет выбора соответствующих восьмиразрядных кодов /из регистров содержимого каналов модулей памяти 1522/.

РЕЖИМЫ И ВИДЫ АНАЛИЗОВ

Анализатор работает в двух основных режимах накопления данных:

1. В режиме интегрального анализа, когда поле памяти модулей 1522 разбивается на группы по 4096 каналов/при максимальной емкости канала 2^{16} событий/ и организуется сортировка событий по входному коду дескриптора.

2. В режиме неинтегрального анализа/режим буферного накопления/, когда каждое событие/входной код дескриптора/ записывается в память как отдельное слово, последовательно заполняя весь буфер. При его заполнении автоматически производится вывод данных на перфоленту или в ЭВМ через соответствующие модули КАМАК /ВПЛ-78/ или САМ.3.04-2^{7/5/}.

Интегральный анализ может быть следующих видов:

- А0 - одномерный амплитудный анализ с максимальным числом каналов, определяемым аналого-цифровым преобразователем /АЦП/,
- АА - двумерный амплитудный анализ,
- АТ - амплитудно-временной анализ,
- АД - амплитудный анализ от многих датчиков,
- МА - многопараметровый анализ с числом АЦП до 8.

Отбор многомерных событий может осуществляться как схемами совпадений на аналоговом уровне, так и блоком организации совпадений /БОС/, который при взаимодействии с АЦП-4К^{8/} /число АЦП до 8/ вырабатывает сигнал запроса на обслуживание L, если сигналы на входах преобразователей совпадают в пределах переднего фронта. На рис. 2 в качестве примера приведена блок-схема двумерного /АА/ анализатора на базе системы МАКАМАК.

- Время регистрации одного события:
- в режиме интегрального одномерного анализа - 150 мкс,
 - в режиме двумерного интегрального анализа - 220 мкс.

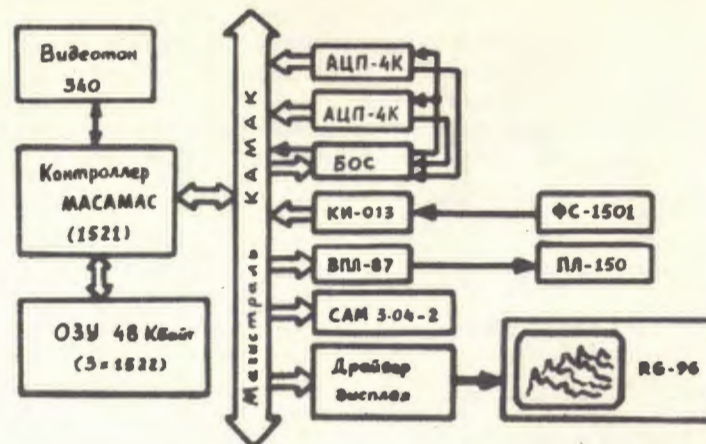


Рис. 2. Блок-схема двумерного амплитудного анализатора на базе системы МАКАМАК.

РАБОТА СИСТЕМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Практика работы с измерительными системами /измерительными модулями/ на основе мини-ЭВМ ТРА показала простоту освоения и высокую эффективность программного обеспечения анализатора, выполненного в виде пакетов, обращение к которым происходит по интерактивным приказам телетайпа или дисплея. Проблемно-ориентированная система измерительного модуля "Юпитер-16"^{7/} настраивается на заданный состав аппаратных средств, на режим анализа и позволяет пользователю излагать свои требования на входном языке - языке директив. По такому же принципу организовано и программное обеспечение многомерного анализатора "Нептун". Оно включает в себя:

- монитор, обеспечивающий диалог пользователя с системой, контроль его работы,
- программы сбора, накопления и предварительного анализа информации в процессе ее накопления,
- программы обслуживания дисплея,
- программы обеспечения связи микро-ЭВМ с экспериментальной аппаратурой, выполненной в стандарте КАМАК.

Работа системы в режиме анализатора начинается после перехода из режима монитора МАКАМАК к рабочему режиму - режиму интерпретатора команд дисплейного терминала системы "Нептун". Для этого на клавиатуре терминала необходимо набрать начальный адрес интерпретатора /30000/. После этого пользователь и система находятся в режиме постоянного диалога. Экспериментатор задает режим и вид анализа /А0, АА, АД и т.д./, а программа запрашивает номера станций АЦП, длину

кода, номер сектора спектра для набора и т.п. Для начала и окончания набора используются приказы "Старт анализа" /SA/ и "Останов анализа" /HA/.

В качестве примера приводится диалог экспериментатора с системой в режиме двухмерного амплитудного анализа:

\$ R30000 CR

CT

- очистка буфера накопления,

AA X-ADC NUMBER=2 CR

- номер станции кодировщика X,

X-ADC WORD LENGTH=5 CR

- длина слова кодировщика X,

Y-ADC NUMBER=3 CR

- номер станции кодировщика Y,

Y-ADC WORD LENGTH=7 CR

- длина слова кодировщика Y,

SA

- старт анализа,

DS SECTOR LENGTH=7 CR

- длина сектора для наблюдения,

SECTOR NUMBER=0 CR

- номер наблюдаемого сектора,

HA

- останов анализа.

В данном примере символ CR означает конец аргумента. Подчеркнутые символы выдаются программой, остальные задаются оператором. Положенный в основу структурной организации анализатора модульный принцип выполнения аппаратных и программных средств позволяет в сжатые сроки создавать различные модификации системы, предназначенные для решения широкого круга физических задач при меняющихся условиях эксперимента, а также наращивать функциональные возможности системы.

В заключение авторы выражают благодарность А.М.Сухову, В.А.Горшкову и В.И.Смирнову за разработку и настройку используемых в анализаторе блоков КАМАК.

ЛИТЕРАТУРА

1. MACAMAC Controller. Type 1521; MACAMAC Memory Extension. Type 1522. Hardware Description, Borer, Switzerland.
2. Unite de Visualisation. Type RG96. Notice d'Utilisation. Intertechnique, France.
3. Устройство визуализации NE-256. Техническое описание. ЦИФИ, ВНР.
4. Герстенбергер Р., Нефедьев О.К., Челноков Л.П. ОИЯИ, 13-12308, Дубна, 1979.
5. KFKI CAMAC MODULES 1978-1979. Catalog, MTA, KFKI, Hungary.
6. Трофимов А.С., Челноков Л.П. ОИЯИ, 13-8745, Дубна, 1975.
7. Беляева Л.М. и др. ОИЯИ, 10-8388, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 сентября 1979 года.