

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

M-753

10-90-505

МОЛНАР Йожеф

УДК 53.087.92+

621.3.087.92

**ИНТЕРФЕЙСЫ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ  
С ПЭВМ ТИПА IBM**

**Специальность: 05.13.16 - применение вычислительной  
техники математического моделирования  
и математических методов в научных исследованиях**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

Дубна 1990

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации.

Научные руководители:  
 кандидат физико-математических наук Мороз Владимир Иванович  
 кандидат физико-математических наук Бутцев Владимир Степанович

Официальные оппоненты:  
 доктор физико-математических наук Зулъкарнеев Рафил Якубович  
 кандидат технических наук Тишин Вячеслав Георгиевич

Ведущее научно-исследовательское учреждение:  
 Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова

Защита диссертации состоится "27" декабря 1990 года на заседании Специализированного совета Д-047.01.04. при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан "26" ноября 1990 года.

Ученый секретарь  
 Специализированного совета  
 кандидат физико-математических наук

*Иванченко* Э. М. Иванченко

АКТУАЛЬНОСТЬ. Дальнейшее совершенствование современных ядерно-физических установок, как правило, требует создания новых измерительных систем, обладающих более высокой точностью и диапазоном измерений, увеличенными быстродействием и памятью, а также большими возможностями сбора, обработки и анализа информации.

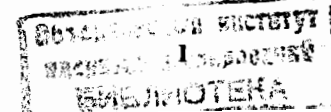
Во второй половине 70-х и начале 80-х гг. часть этой задачи, связанной с созданием систем сбора и накопления информации, решалась на базе широкого применения аппаратуры в стандарте КАМАК, управляемой от подходящей малой ЭВМ через интеллектуальный контроллер крейта и имеющей возможность выхода на большую ЭВМ. В настоящее время при дальнейшей автоматизации ядерно-физических экспериментов приобретает применение персональных компьютеров (PC) семейства IBM PC-XT/AT.

Дело в том, что для своего времени КАМАК был единственной модульной системой для автоматизации физических экспериментов. Слабой частью этой системы являлась и является собственная вычислительная мощность, малая производительность блока контроллера крейта, например, на базе микро-процессора I8080 и операционной системы CP/M. В связи с этими и другими причинами мирового распространения аппаратурных и программных средств в стандарте КАМАК, такого как у семейства IBM, не получилось. Между тем персональные компьютеры IBM PC в компактной форме содержат все современные аппаратурные (шина расширения) и программные возможности для удовлетворения требованиям функции мощного компьютера.

Таким образом большое значение приобретает проблема соединения в одном комплексе системы КАМАК и компьютера. Этот комплекс позволяет подключить через магистраль с помощью подходящего IBM PC/КАМАК контроллера разнообразные аналоговые/цифровые блоки к персональному компьютеру, и следовательно, позволяет увеличить вычислительную мощность системы КАМАК. Такая структура сбора данных и автоматического управления оборудованием эксперимента оптимальна тогда, когда, например, количество станций большое и существует необходимость предварительно в реальном времени обрабатывать информацию.

Если быстродействие системы КАМАК не позволяет принимать и обрабатывать информацию, поступающую с физической установки, используются либо другие стандартные промежуточные магистрали - MULTIBUS, FUTUREBUS, FASTBUS, VME, и т. д., либо сопряжения, осуществляющие связь посредством специальных интерфейсов.

Отсюда можно видеть, что задача разработки и создания устройств, позволяющих организовать сопряжения PC с экспериментальной физической аппаратурой без использования промежуточных (в том числе и



стандартных) магистралей, является вполне актуальной и самостоятельной задачей в области методики физического эксперимента.

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** заключалась в создании специальных интерфейсов для широкого применения компьютеров семейства IBM PC в решении научно-технических задач в области экспериментальной ядерной физики в ОИЯИ. Главной задачей являлось решение проблемы перехода от старых традиционных подходов к новым в области автоматизации экспериментов, особенно в настоящее время, когда сложившиеся в ОИЯИ условия - научные, технические и экономические стали достаточно сложными.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА** приведенных в диссертации результатов определяется тем, что работы диссертанта способствуют развитию нового направления в разработке систем сбора информации и управления оборудованием физического эксперимента на базе персональных компьютеров семейства IBM PC.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ** работ диссертанта по созданию и внедрению интерфейсов для ядерно-физических установок на базе персональных компьютеров семейства IBM заключается в том, что результаты значительно дополняют возможности уже известных систем и открывают новые подходы к решению задач в области автоматизации физических экспериментов. Единственный способ, позволяющий сегодня эффективно реализовать и использовать полностью мощность PC в экспериментах, может быть осуществлен только с помощью специальных интерфейсов, подключаемых непосредственно к шине расширения компьютера.

Интерфейсы созданы на основе выпускаемой в СССР серийной элементной базы.

На защиту выносятся разработанные автором серия интерфейсов и связанные с ними преобразователи информации, необходимые для автоматизации ядерно-физических экспериментов с помощью IBM PC-XT/AT.

**АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ.** Основные результаты работ, включенных в диссертацию, докладывались на научных семинарах ЛВЭ, ЛЯР, ЛНФ ОИЯИ, на Международной Эрнст Аббе конференции (Иена, ГДР, 1989.), на Международной школе "8th Summer School on Computing Techniques in Physics" (Czechoslovakia, 1989.), на Рабочем совещании "Твердотельные трековые детекторы ядер и их применение" (Дубна 1990.), на Рабочем совещании по исследованию процессов фрагментации в ядро-ядерных взаимодействиях (Дубна, 1990.), на 14 Международном семинаре по ядерной электронике (Варшава, 1990.).

**ПУБЛИКАЦИИ.** Основные результаты диссертации опубликованы в 16 работах, приведенных в списке литературы.

**СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ.** Работа состоит из введения, четырех глав и заключения. Общий объем составляет 135 страниц, включая 58 иллюстраций, список литературы насчитывает 82 наименования.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**ВО ВВЕДЕНИИ** показана актуальность темы, сформулирована цель и задачи работы, дано краткое содержание основных разделов диссертации.

**В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ** рассматриваются основные возможности 8-битной шины расширения компьютера IBM PC-XT/AT - декодирование адреса входных/выходных портов, система прерывания и прямого доступа к памяти, генерация состояния ожидания, имеющие практическое значение при разработке интерфейсов сбора информации и управления оборудованием.

В конструкции персональных компьютеров семейства IBM система шины расширения имеет особое значение с точки зрения разработки и создания интерфейсов для выполнения сопряжения с каким-либо оборудованием, или устройством эксперимента. Конструкция 8-битной шины и логика связи между компьютером и интерфейсом, реализуемая через нее, сохранились у каждого члена семейства как фирменный стандарт.

Внутри машины размещались 16-разрядный микропроцессор I8088 фирмы INTEL, память емкостью 64 кбайт и пять слотов шины расширения, позволяющих осуществлять дальнейшее развитие системы: подключение дополнительной памяти (до 544 кбайт) и двух дисководов емкостью по 160 кбайт каждый. Для отображения информации использовался монохромный монитор с достаточно высокой разрешающей способностью.

Благодаря развитию технологии изготовления микросхем, появились новые представители семейства, например PS70-A21/486, COMPAQ DESKPRO 486/25. У этих машин тоже сохраняется основная идея IBM PC и совместимость с ней. Однако, они обладают мощностью на несколько порядков большей, чем предыдущее поколение PC. Вычислительная мощность современных машин превосходит мощность ЭВМ класса ЕС 1060, ЕС 1066.

При создании интерфейсов для сбора информации и управления оборудованием ядерно-физических экспериментов одной из наиболее актуальных задач является выбор требований к разрабатываемым системам, в том числе интерфейсам. Измерительные системы обычно имеют достаточно сложную структуру. Они содержат детекторы, преобразователи информации физических величин, аналоговые и цифровые подсистемы, системы передачи данных и сигналов, интеллектуальные системы и т. д.

Интерфейс реализует аппаратную часть информационного канала между персональным компьютером и измерительной системой. Таким образом, интерфейс с одной стороны должен обеспечивать сопряжения сигналов, поступающих с измерительной системы в компьютер через его шину расширения, с другой стороны должен принимать, преобразовывать сигналы шины расширения компьютера и передавать в измерительную систему.

Для выполнения задачи разработки и создания интерфейса на базе 8-битной шины расширения PC необходимо знать ее временную, электрическую, механическую спецификацию. Поэтому в первой главе представлены основные данные шины расширения компьютера с точки зрения разработки интерфейсов. Приведены типичные решения принципиальной схемы конкретной функции сопряжения.

ВО ВТОРОЙ ГЛАВЕ рассматривается проблема обработки изображений, в частности, задач обработки фоновой информации, измерения параметров пучка реакторных нейтронов и поиска треков на мезооптическом Фурье микроскопе.

Для съема и обработки изображений созданы системы на базе ЭВМ, в частности, персональных компьютеров типа IBM PC-AT, с помощью которых можно идентифицировать и анализировать амплитуду видео-сигнала каждого элемента изображений.

В ЛВИА Н300ФИ по проекту "Центр" разработана система для приема изображений и оцифровки видео-сигнала ПЗС камеры, которая с помощью созданного видео-интерфейса PC/VIDEO на основе IBM PC-XT/AT обеспечивает возможность улучшения точности, скорости измерений на приборах ПУОС /1,2/.

Видео-интерфейс PC/VIDEO осуществляет связь между видео-преобразователем и шиной IBM PC-XT/AT и может служить блоком записи данных в двух-входовую динамическую память PC емкостью 64 кбайт.

Блок-схема видео-интерфейса PC/VIDEO приведена на рис. 1.

Видео-интерфейс PC/VIDEO позволяет:

- осуществить запись в двух-входовую память емкостью 64 кбайт, которая с одной стороны работает как оперативная память PC, с другой стороны принимает данные от внешнего устройства и хранит их;
- обеспечить синхронизацию работы внешнего устройства, видео-преобразователя и видео-интерфейса;
- обеспечить синхронизацию работы программы и записи преобразованных данных, а также цикл накопления зарядов матрицы.

Видео-интерфейс, после включения и установки его начального состояния, работает как память в определенном сегменте оперативной памяти PC. Команда управляющей программы переключает коммутаторы данных и адресов двух-входовой памяти и после этого видео-интерфейс

готов принимать внешние данные. Байты данных, т.е. коды преобразованного сигнала ячейки матрицы ПЗС записываются в память с помощью тактовых сигналов. После записи всех элементов (232x144=33408 точек) матрицы, счетчик адреса выдает сигнал для установки памяти в начальное состояние.

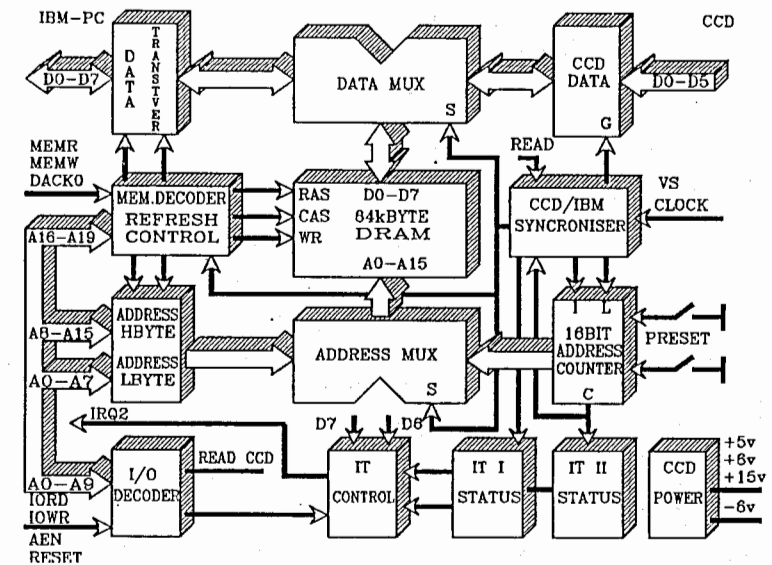


Рис. 1. Блок-схема видео-интерфейса PC/VIDEO

На современном этапе развития нейтронной радиографии в пучках тепловых и резонансных нейтронов возможности аналоговой обработки изображения оказываются уже недостаточными, возникает необходимость в регистрации и последующем цифровом анализе измерения параметров пучка и исследуемого процесса.

Известен ряд систем обработки изображений на базе специализированных процессоров и ЭВМ, которые, однако, достаточно сложны, но не всегда оптимальны для решения специфических задач, в частности, в нейтронной радиографии на источнике нейтронов ИБР-2.

Аппаратура, предложенная диссертантом на базе персонального компьютера типа IBM PC-XT/AT, позволяет регистрировать геометрическую картину данного процесса в видимом оптическом диапазоне с использованием время-пролетной методики /5/.

Функции измерительной системы: автоматизированная регистрация экспериментальных данных и хранение их как однократно, так и в режиме накопления; отображение динамической информации в любое время эксперимента, а также визуализация статических данных в ходе сбора и

анализа; программная обработка и редактирование изображений.

Для этой аппаратуры в ЛНФ ОИЯИ нами создан видео-интерфейс PC/FRAME GRABBER /4/, на основе видео-интерфейса PC/VIDEO. Видео-интерфейс PC/FRAME GRABBER состоит из четырех основных частей: блока преобразования видео-сигнала в цифровой код, телевизионного синхрогенератора, двух-входовой динамической памяти для запоминания оцифрованного изображения и блока преобразования цифровых кодов в видео-сигнал для отображения данных на цветном мониторе.

Основное требование, предъявляемое к мезооптическому Фурье-микроскопу, это полная автоматизация поиска и измерения параметров треков в заданном диапазоне углов целеуказания. Таким образом, данная конструкция микроскопа не может обойтись без системы визуализации изображения. Для измерения геометрической характеристики изображений треков необходимо использовать телевизионную камеру и видео-интерфейс для считывания и обработки изображений.

Видео-интерфейс PC/DIGITIZER создан автором диссертации на IBM PC/AT вместе с телевизионной камерой типа MARELLI CCD В32-02, позволяющей преобразовывать и записывать изображения до трех полукадров камеры с разрешением 512 x 312 точек, с градацией 256 уровней яркости.

Из изложенного видно, что разработанные видео-преобразователь и видео-интерфейс PC/VIDEO могут быть использованы в целом ряде задач. Они, в частности, были успешно применены в Авиационном институте (г. Харьков) для автоматизации и измерения интерферограмм, и в Радиовом институте им. Хлопина (г. Ленинград) для измерения параметров твердотельных ядерных детекторов.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ рассматривается проблема регистрации амплитуд импульсов в ядерно-физических измерениях, т.е. задача аппаратного создания многоканального анализатора и спектрометрического аналого-цифрового преобразователя (SADC).

Анализ спектрометрических импульсов в ядерно-физических измерениях происходит следующим образом: зависимость числа событий от амплитуды представляется в виде амплитудного спектра. С помощью калибровки шкалы амплитуды можно вычислить энергетический спектр. Для сбора и анализа энергетического спектра созданы многоканальные анализаторы, являющиеся основной частью спектрометрических приборов.

В этой главе дается краткий обзор фирменных многоканальных анализаторов (EG&ORTEC, CANBERRA, NUCLEUS-TENNELEC, AFORA) на базе PC. Исходя из этого обзора, видно, что современная система многоканального анализатора содержит аналоговый процессор, SADC и персональный компьютер типа IBM PC-XT/AT. В зависимости от типа связи между

аналоговым процессором и компьютером получают различные системы многоканальных анализаторов.

Типичная реализация многоканального анализатора создана фирмой CANBERRA в SYSTEM 100. Эта система состоит из традиционных спектрометрических блоков в стандарте NIM в отдельном мини-крейте и IBM PC-AT. Аналоговый процессор и SADC из блоков NIM подключаются к IBM PC-AT через специально разработанную плату MCA/MEMORY BOARD.

В ОИЯИ используются многоканальные анализаторы в стандарте KAMAK MAK-1 и MAK-2, которые через соответствующий контроллер можно подключить к ЭВМ. Используя только модуль SADC этих анализаторов, автором диссертации был предложен, разработан и создан специальный интерфейс PCA/INCREMENT MEMORY /6/ - подобно созданному в системе SYSTEM 100 фирмы CANBERRA, который устанавливается в слот PC и осуществляет связь между компьютером и аналоговым процессором.

Блок-схема интерфейса PCA/INCREMENT MEMORY приведена на рис. 2.

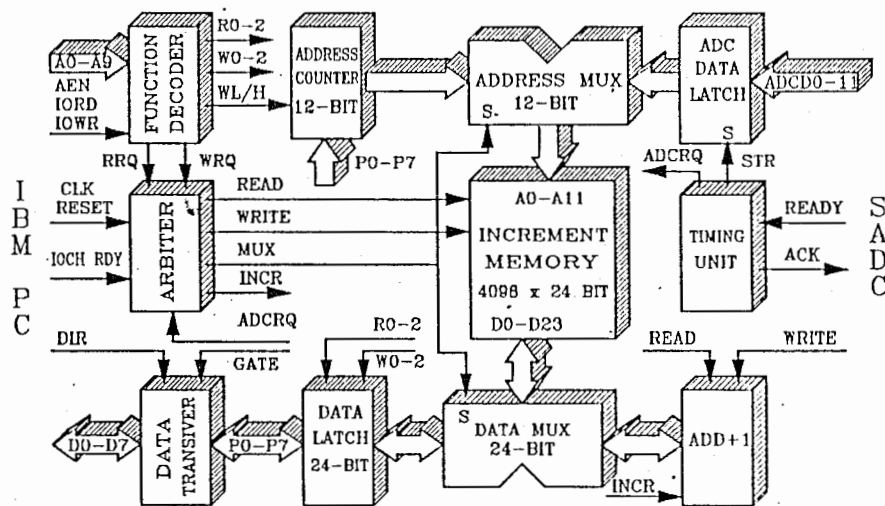


Рис. 2. Блок-схема интерфейса PCA/INCREMENT MEMORY

Плата непосредственно принимает данные с блока SADC KA007 (или KA011) через его многоконтактный разъем и самостоятельно выполняет накопление данных в двухпортовой памяти, которая находится на плате.

Интерфейс PCA/INCREMENT MEMORY обеспечивает только функции, необходимые для сопряжения конкретного SADC (KA007, KA011). Емкость памяти интерфейса составляет 4096 x 24 бита, время цикла инкремента, т.е. мертвое время, 0.83мкс (при 6МГц) и 1.05мкс (при 4.77МГц).

Время, которое требуется минимально для обработки одного события,



является одним из самых основных параметров измерительных систем. События, поступившие за это время, если не запоминаются, то считаются пропавшими. Для разравнивания потока данных с SADC интерфейс имеет 12 битный FIFO регистр. Время одного инкремента выбрано, исходя из того, чтобы оно было заведомо меньше, чем время преобразования в блоках SADC в KA007, KA011 и SILENA model 1600, и тогда интерфейс PCA/INCREMENT MEMORY мог бы работать и со специальными SADC.

Далее в этой главе рассматривается применение интерфейса в экспериментах на установке "Гамма", которая была создана для исследования процессов фрагментации в ядро-ядерных соударениях при энергии до 50 ГэВ /7/.

Для установки "Гамма" разработана возможность передачи информации от аналогового процессора непосредственно в IBM PC-XT/AT. Для этой цели автором создан интерфейс PCA/INCREMENT MEMORY, который объединяет в одну систему традиционную аналоговую ядерную электронику и широко распространенный персональный компьютер типа IBM PC-XT/AT.

Быстродействующий SADC предназначен для работы с устройствами предварительной обработки сигналов детекторов ионизирующих излучений типа аналогового процессора, в которых формируются импульсы напряжения с плоской вершиной и соответствующие им логические сигналы запуска. SADC можно использовать для измерения непрерывных случайных процессов.

В данной главе также рассматриваются основные параметры SADC - число каналов, интегральная и дифференциальная нелинейности, время преобразования и относительное амплитудное разрешение. Описан модуль ВВ-ADC-84, созданный автором для обработки спектрометрических сигналов в физических экспериментах, в котором приняты меры для уменьшения влияния на коэффициент качества профиля канала и дифференциальной нелинейности схемы разравнивания SADC.

В ядерно-физической измерительной технике широкое распространение получили два способа аналого-цифрового преобразования, которые успешно используются в многоканальных анализаторах: метод пилы (D.H. WILKINSON) и метод последовательного приближения (SUCCESSIVE APPROXIMATION), или поразрядного уравнивания.

Аналого-цифровой преобразователь типа поразрядного уравнивания (SUCCESSIVE APPROXIMATION) непосредственно не используется в качестве спектрометрического, так как имеет большую дифференциальную нелинейность. Эффективным средством улучшения дифференциальной нелинейности является статистическое разравнивание ширины каналов по методу скользящей шкалы (SLIDING SCALE, Gatti). Эффективность коррекции улучшается с расширением диапазона скользящей шкалы. Поскольку однако эта операция занимает место в диапазоне амплитуды входного сигнала ADC, то соответственно уменьшается

динамический амплитудный диапазон ADC.

Для решения этой дилеммы применен новый метод скользящей шкалы, предложенный группой В.А. Correia, который называется методом двухциклической скользящей шкалы (DUAL SLIDING SCALE). Новый метод решает проблему коррекции дифференциальной нелинейности ADC и обеспечивает диапазон скользящей шкалы, равный половине входного диапазона ADC без его сужения.

Далее рассматривается предложенный и разработанный автором диссертации модуль ВВ-ADC-84 для 'обработки спектрометрических импульсов на базе SADC с коррекцией дифференциальной нелинейности по методу Correia. Для реализации скользящей шкалы вместо предложенных блоков - токового генератора и униполярного цифро-аналогового преобразователя, используется биполярный. Применение биполярного DAC в коррекции дает новый, качественный эффект в реализации модуля ВВ-ADC-84 /8/.

В ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ представлены разработанные автором оригинальные интерфейсы на базе IBM PC-XT/AT для систем измерения магнитных полей в осесимметричных магнитных элементах, электро-миграционной подвижности ионов и быстрого поиска треков на Фурье-микроскопе.

Осесимметричные магнитные элементы широко используются для транспортировки заряженных частиц и для создания радиальных полей в ионных источниках ЭЦР-типа и т.д. Кинематическая схема магнитометра для измерения магнитных полей показана на рис. 3.

При создании магнитного элемента возникает задача получения реальной картины сформированного магнитного поля. Эта задача обычно решается с помощью различных измерителей магнитной индукции, использующих датчики Холла.

- 1 - держатель
- 2 - ось
- 3 - передатчик
- 4 - оптрон
- 5,6 - двигатели
- 7 - основание

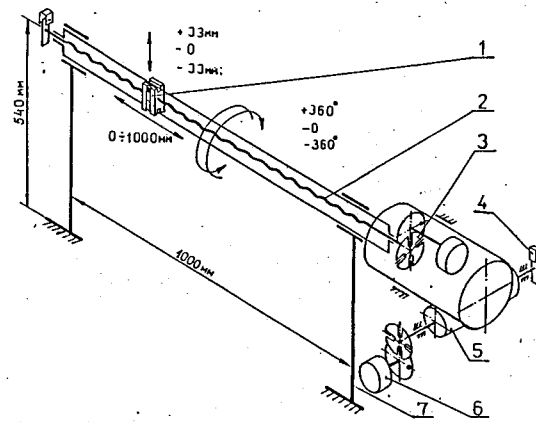


Рис. 3. Кинематическая схема магнитометра

Применение измерительных систем с датчиком Холла для получения полной карты поля магнитного элемента протяженностью 30 - 40 см на базе постоянных магнитов требует определения точных значений магнитной индукции нескольких тысяч точек. Для проведения таких измерений, обработки массивов данных, интерпретации, хранения и документирования результатов был создан измерительный комплекс, позволяющий существенно упростить процесс измерений и обработку полученных данных.

В системе управления магнитометром /9-11/ связь компьютера с исполнительным блоком, магнитометром и вольтметром напряжения датчика Холла осуществляется через разработанный интерфейс.

Система сбора данных и управления оборудованием эксперимента электромиграционной подвижности ионов создана на базе PC/MIGRA интерфейса /12,13/.

Функциональная схема интерфейса PC/MIGRA приведена на рис. 4.

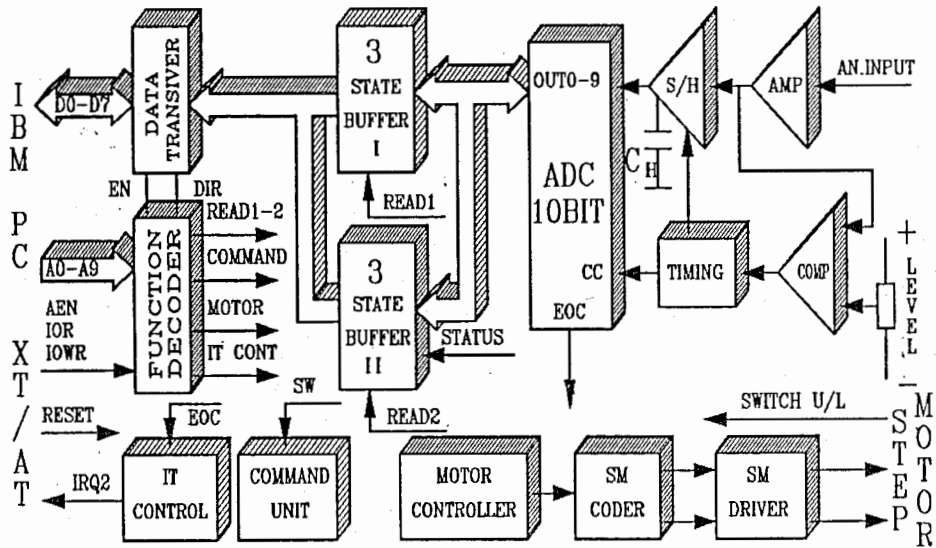


Рис. 4. Функциональная схема интерфейса PC/MIGRA

Интерфейс обеспечивает:

- перемещение сцинтилляционного детектора с помощью шагового двигателя вдоль электромиграционной трубки;
- обработку спектрометрических импульсов с помощью одноплатного многоканального анализатора.

Определение скорости электромиграции ионов в свободном от наполнителя электролите в гомогенном электрическом поле - один из

наиболее эффективных методов исследования физико-химических свойств ультрамикрочисел элементов. Разработанная установка позволяет проводить прямые измерения электромиграционной подвижности различных ионов радиоактивных элементов при их почти бесконечном разбавлении в свободных от наполнителя растворах фоновых электролитов при горизонтальном зонном низковольтном электрофорезе. Для измерения радиоактивности движущейся зоны проводится непрерывное сканирование миграционной трубки сцинтилляционным детектором с кристаллом NaI(Tl), установленном на тележке,двигающейся с постоянной скоростью вдоль трубки туда и обратно.

Мезооптический фурье-микроскоп (МФМ) предназначен для быстрого поиска и обмера прямых следов частиц в ядерной фотоэмульсии по заданным значениям угла ориентации и угла погружения следа частицы.

В автоматизированной системе поиска следов частиц в ядерной фотоэмульсии с помощью МФМ, проблема шумов с самого начала была весьма острой. Для увеличения отношения S/N было предложено изменить систему освещения эмульсии. Для слабых треков это не может быть достаточным, поэтому предлагается алгоритм обработки данных, увеличивающий отношения сигнала к шуму.

Для реализации алгоритма необходимо точное и быстрое измерение сигнала с фотоспротивления. Для этих целей был создан специальный интерфейс PC/16CH, который при измерениях на Фурье-микроскопе дает возможность достигать высокое разрешение и большую точность измерения, быстродействие, непосредственную запись данных в память для быстрого поиска следов в ядерной эмульсии /14-16/. Вторым очень важным условием является многоканальность интерфейса. При этом появляется возможность, не делая никаких переключений в микроскопе, контролировать состояние концевиков для точной привязки кареток микроскопа.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Разработана и создана, предложенная вместе с соавторами, аппаратура для обработки изображений на основе фоточувствительного блока, использующего ПЗС-матрицу типа K1200ЦМ1, видео-АЦП типа K1107ПВ1 и видео-интерфейса PC/VIDEO - 64 кбайт с двухпортовой памятью для ПЭВМ /1,2/.

В Авиационном институте (г. Харьков) с помощью аппаратуры создан экспериментальный комплекс по обработке изображений, восстановленных с голограмм /3/.

В Радиевом институте имени Хлопина (г. Ленинград) с помощью аппаратуры создана полуавтоматическая система для измерения параметров твердотельных ядерных детекторов.

Применение аппаратуры дает возможность улучшить точность и скорость измерения приборов ПУОС (НЗООФИ ЛВТА).

2. Предложен и разработан ряд блоков видеointерфейса PC/FRAME GRABBER для автоматической регистрации и анализа статической и динамической информации, поступающей с видеоконной телевизионной камеры. Видео-интерфейс имеет • 6-разрядный видео-преобразователь сигнала, 64-кбайт двух-входовую память для данных преобразованных изображений (256x256 точек) и выход на цветной монитор /4/.

На базе видео-интерфейса PC/FRAME GRABBER в ЛНФ ОИЯИ создана аппаратура для получения и обработки изображений в нейтронной радиографии по времени пролета /5/.

3. Предложен, разработан и создан видео-интерфейс PC/DIGITIZER на линии с IBM PC-XT/AT для преобразования и записи видео-сигнала со стандартной телевизионной камеры. Интерфейс имеет специально разработанный видео-преобразователь, блок синхронизации и двух-портовую память. Позволяет преобразовывать и записывать до трех полукадров камеры с разрешением 512 x 312 точек, с градацией 256 уровней яркости.

Эта аппаратура, видео-интерфейс PC/DIGITIZER используется в комплексе мезооптического Фурье-микроскопа в ЛЯП ОИЯИ для точного измерения геометрических характеристик треков ядерной фотоэмульсии. Интерфейс позволяет быстро и надежно обработать сигнал с камеры, с последующей записью их кодов в компьютер.

4. Предложена конструкция, разработан и создан интерфейс PCA/INCREMENT MEMORY, функционально заменяющий существующие многоканальные анализаторы МАК-1, МАК-2 /6/. Интерфейс непосредственно принимает данные с блока АЦП КА 007 или КА011 через многоконтактный разъем и самостоятельно выполняет накопление спектра в инкрементной памяти без системы КАМАК. Время цикла инкремента < 1 мкс, емкость составляет 4096 x 24 бит.

Интерфейс PCA/INCREMENT MEMORY к IBM PC-XT/AT используется в экспериментах международной коллаборации Дубна - Лейпциг - Марбург -

Вест Лафазит - Страсбург - Тессалоники по исследованию процессов фрагментации и поисков кварковых эффектов в ядро-ядерных соударениях на установке ГАММА /7/. Применение интерфейса PCA/INCREMENT MEMORY и IBM PC-XT/AT в этой многоцелевой установке позволили значительно в (2-3 раза) сократить время набора спектров гамма-лучей и увеличить емкость каналов до 16 млн. событий, что особенно важно для проведения экспериментов на пучке ядер синхрофазотрона ОИЯИ.

5. Предложен, разработан и создан спектроскопический аналого-цифровой преобразователь модуль ВВ-ADC-84 для анализа амплитуды ядерных импульсов на базе микросхемы ADC-KG-12. В разработке применен метод последовательного приближения с коррекцией дифференциальной нелинейности по методу "Dual Cycle Sliding Scale" /8/. SADC имеет 12 разрядов, 10мкс. время преобразования и не хуже 1% дифференциальную нелинейность.

6. Предложен, разработан и создан интерфейс PCA/BB-ADC-84, соединяющий возможности интерфейса PCA/INCREMENT MEMORY и модуля преобразователя амплитуды спектрометрических импульсов ВВ-ADC-84. Интерфейс превращает персональный компьютер IBM PC-XT/AT в 4096 канальный анализатор /8/.

7. Предложен, разработан и создан универсальный интерфейс для накопления данных и управления процессом физических измерений /9,10/. Интерфейс обеспечивает подключение цифрового милливольтметра типа Ш1413 или аналогичного измерительного прибора к IBM PC-XT/AT. Он принимает сигналы от датчиков и выдает цифровые сигналы для управления оборудованием экспериментальной установки.

На базе этого универсального интерфейса создан комплекс для измерения магнитных полей осесимметричных элементов ускорителей ЛЯП ОИЯИ большой протяженности (до 1000 мм) /11/. Комплекс включает в себя магнитометр, систему управления магнитометром, систему записи, интерпретации и хранения полученных данных. Магнитометр осуществляет осевое перемещение датчика Холла в диапазоне 0-1000 мм с шагом 4 мм и азимутальное перемещение 0-360° с шагом 2°. В настоящее время комплекс применяется для измерения структуры магнитного поля нового поколения источников многозарядных тяжелых ионов (напр. ЭЦР).

Создан и сдан в эксплуатацию по контракту комплекс для измерения полей в осесимметричных магнитных элементах в Научно-Производственном Объединении "МАГНЕТОН" г. Владимир.

8. Предложен, разработан и создан совмещенный интерфейс PC/MIGRA для анализа амплитуды ядерных импульсов и управления шаговым двигателем /12,13/. Интерфейс позволяет набирать 1000-канальный амплитудный спектр с помощью программы. Время преобразования < 25 мкс. Блок управления шаговым трехфазным двигателем, до 1000 шаг/сек., с шагом 15°, дает возможность перемещения разных объектов (например детекторов). Блок драйвера двигателя обеспечивает помехозащищенность.

Интерфейс PC/MIGRA был основной для новой измерительной системы



определения скорости электромиграции ионов радиоактивных элементов в электролите, находящихся в гомогенном электрическом поле /12,13/. С помощью созданной системы на основе интерфейса PC/MIGRA в мультискрининаторном режиме стало возможным определять подвижности ионов нескольких изотопов одновременно.

9. Предложен, разработан и создан интерфейс PC/16CH для анализа формы импульсов /14/. Данный интерфейс, содержащий 16 аналоговых входов, мультиплексор, 10-разрядный, быстродействующий ADC, программируемый таймер, позволяет в режиме SINGLE/MULTI преобразовать аналоговые импульсы в диапазоне 0 - +10 В с частотой 300 кГц. Обслуживание интерфейса осуществляется с помощью системы прерывания или прямого доступа к памяти.

Интерфейс PC/16CH на Фурье микроскопе дал возможность создать аппаратуру для быстрого поиска следов частиц минимальной ионизации и установления начальной позиции каретки сканирования /15,16/. При измерении шаг перемещения каретки микроскопа равен 2 мкм, а тактовая частота преобразования входного сигнала фотоприемника равна 40 кГц, скорость движения каретки равна 80 мм/с. В результате внедрения интерфейса скорость обработки существенно увеличилась, чем при ручном поиске, и стала в 640:1 быстрее, чем с ПЭС-матрицей.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Molnar J., Samoylov V.N. Matrix CCD Based IBM PC-XT/AT Video Interface for Automatic Image Analysis, 8th Summer School on Computing Techniques in Physics, Czechoslovakia, Skalsky Dvur, 19-28 Sept. 1989. Proceedings.
- 2 Молнар И., Мороз В.И., Самойлов В.Н. Интерфейс для обработки изображений с ПЭС матрицы на ПЭВМ типа IBM PC-XT/AT, Рабочее совещание, Дубна, 6-8 февраля 1990.
- 3 Благодатских Н.А., Молнар И. Комплекс аппаратуры обработки изображений, восстановленных с голограмм, на основе видео-преобразователя, использующего ПЭС-матрицу и видеоинтерфейс для ПЭВМ типа IBM PC-XT/AT, Материал III Всесоюзного научно-технического семинара, Иркутск, 25-26 октября 1990г. стр. 85-86.
- 4 Аварзад О., Молнар И. Видеомодуль FRAME GRABBER для ПЭВМ типа IBM PC-XT/AT. Тезисы докладов 14 Международного семинара по ядерной электронике, 25-28 сентября 1990. Варшава. стр. 20.
- 5 Аварзад О., Молнар И., Назаров В.Н., Сыроев С.П. Аппаратура для получения и обработки изображений в нейтронной радиографии по времени пролета. Тезисы докладов 14 Международного

- 6 семинара по ядерной электронике, 25-28 сент 1990 Варшава стр. 21. Бири Ш., Бутцев В.С., Молнар И., Самойлов В.Н. Интерфейс PC/INCREMENT MEMORY для аналоговых процессоров на линии с IBM PC-XT/AT, ОИЯИ, 13-89-297, Дубна, 1989.
- 7 Бири Ш.,... Молнар И.,... и др. Аппаратурно-программный комплекс для исследований процессов фрагментации в ядерно-ядерных соударениях. ОИЯИ, P1-89-298 Дубна, 1989.
- 8 Paal A., Molnar J., Sulik B. Elrendezes jo differencialis linearitasu, gyors analog-digitalis atalakito megalositasara, Szolgalati talalmany, MTA ATOMKI, Debrecen, 1989/13.
- 9 Бири Ш., Ефремов А.А., Молнар И. Интерфейс для управления и автоматического измерения на основе персональных компьютеров типа IBM PC-XT/AT, ОИЯИ, P10-89-166, Дубна, 1989.
- 10 Бири Ш., Ефремов А.А., Молнар И. Интерфейс для управления и автоматического измерения на основе персональных компьютеров типа IBM PC-XT/AT. Микропроцессорные средства и системы, №4 стр. 317-320 /1990/.
- 11 Ефремов А.А., Бири Ш., Бехтерев Б.Б., Молнар И. Комплекс для измерения полей в осесимметричных магнитных элементах. Тезисы докладов XII Всесоюзного Совещания по Ускорителям Заряженных Частиц. Москва, 3-5 октября 1990. стр. 44,106 (труды в печати)
- 12 Milesz S., Molnar J., Illes Z., Sandor A. Determination of Ion Mobilities by IBM PC Controlled Nuclear Electromigratic Method, J. Radioanal. Nucl. Chem. Letters 135 /4/ 231-236 /1989/.
- 13 Milesz S., Szucs Z, Molnar J., Sandor A., Illes Z. The IBM PC-XT/AT Controlled Electromigratic and Chromatographic Nuclear Measuring System, 8th Summer School on Computing Techniques in Physics, Czechoslovakia, Skalsky Dvur, 19-28 Sept. 1989. Proceedings.
- 14 Molnar J., Samoylov V.N. 16 Single-Ended Channels IBM PC-XT/AT Interface for Signal Analysis, 8th Summer School on Computing Techniques in Physics, Czechoslovakia, Skalsky Dvur, 19-28 Sept. 1989. Proceedings.
- 15 Kisvaradi A., Molnar J., Soroko L.M., Tereshenko V.V., Torma I. Signal-to-Noise Ratio in the Mesooptical Fourier-Transform Microscope, ОИЯИ, D13-89-550, Дубна, 1989., Submitted to the International Journal of OPTOELECTRONICS, Proceedings of the ERNST ABBE CONFERENCE, Jena, 21-26 August 1989.
- 16 Кишваради А., Молнар И., Сороко Л.М., Терешенко В.В., Торма И. Отношение сигнала к шуму в мезооптическом Фурье-микроскопе. ОИЯИ, Дубна, D13-89-550, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 ноября 1990 года.