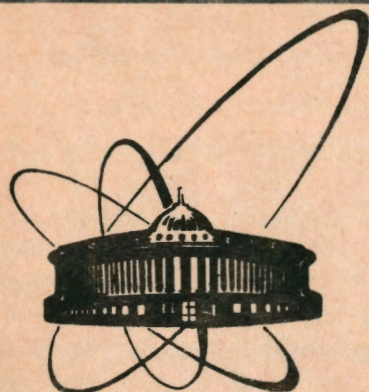


91-274



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-91-274

**И.П.Барабаш, В.В.Голиков, В.А.Ермаков,
Е.Н.Кулагин, Д.И.Ляпин, Б.Н.Соловьев,
О.М.Стрелкова**

**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
С УЛЬТРАХОЛОДНЫМИ НЕЙТРОНАМИ**

1991

Измерительный модуль для экспериментов
с ультрахолодными нейтронами

Описана автоматизированная система управления ходом эксперимента, накопления и обработки спектрометрической информации на базе аппаратуры в стандарте КАМАК и ЭВМ "Правец-16" для проведения исследований с ультрахолодными нейтронами на реакторе ИБР-2.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1991

Перевод авторов

Barabash I.P. et al.

13-91-274

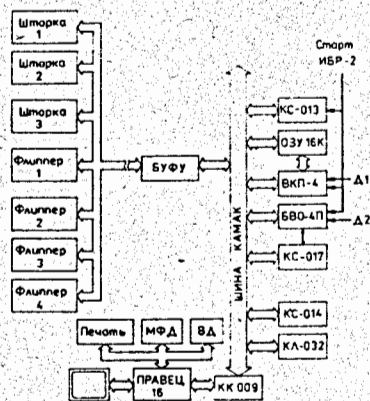
Measuring Module for Experiments with Ultracold Neutrons

This paper describes a CAMAC crate + PC "Pravez-16" based system for the spectrometrical data storing and processing, and control of UCN experiments on the IBR-2 reactor.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

На канале ультрахолодных нейтронов (УХН) реактора ИБР-2^{1/1} осуществляется программа исследований по изучению взаимодействия УХН со сплошными и диспергированными магнитными и немагнитными веществами. В настоящее время проводятся экспериментальные исследования явлений переноса УХН через диспергированные среды (в частности, через порошок) в зависимости от плотности упаковки и размера рассеивателей. Одновременно ведутся методические разработки по поиску эффекта когерентного усиления обратного рассеяния УХН от упорядоченной среды и исследованию свойств поверхности вещества в условиях высокого вакуума (появление поверхностного магнетизма, обусловленного существованием самой поверхности).

Рис. 1. Блок-схема измерительного модуля: БУФУ — блок управления физической установкой; Д1 — детекторный тракт; ВКП-4 — временной кодировщик; ОЗУ 16К — запоминающее устройство; Д2 — второй детекторный тракт; БВО 4П — блок временных окон; КС-017, КС-013, КС-014 — счетчики; КК009 — крейт-контроллер; ВД — винчестерский диск; МФД — мини-флоридиск.



Для реализации указанных экспериментов создан измерительный модуль на базе крейта КАМАК и ЭВМ "Правец-16", используемый для управления ходом эксперимента, накопления и обработки информации. Блок-схема измерительного модуля приведена на рис.1. Описываемый модуль обеспечивает:

— управление аппаратурой и задание исходных параметров эксперимента с клавиатуры терминальных устройств ЭВМ;

— автономное накопление спектрометрической информации во внешнем запоминающем устройстве;
— программируемое управление экспериментом.

УПРАВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРОЙ

Принципиальная схема физической установки для измерения коэффициента отражения УХН от магнитных и немагнитных материалов представлена на рис.2.

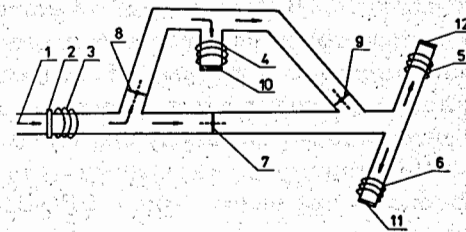
В процессе эксперимента с неполяризованным пучком УХН измерительный модуль обеспечивает управление электромеханическими приводами трех шторок (отражателей). Каждая из шторок может независимо от других занимать два положения. В одном положении плоскость шторки направлена вдоль оси нейтроновода (состояние 1 — шторка открыта) и УХН свободно перетекают в нейтроновод. В другом положении (состояние 2 — шторка закрыта) шторка перекрывает сечение нейтроновода и не пропускает УХН, полностью отражая их.

В ходе эксперимента совместно шторки 1,2,3 реализуют попеременно только три состояния:

- мониторинг (шторка 1 открыта, шторки 2 и 3 закрыты);
- измерительное (шторка 1 закрыта, шторки 2, 3 открыты);
- фоновое (все три шторки закрыты).

Эти три состояния шторок образуют один цикл измерений. Времена осуществления мониторингового, измерительного и фоновых состояний в одном цикле определяются количеством стартовых импульсов реактора ИБР-2 и отсчитываются счетчиком КС-013. По истечении заданного экспериментом времени ЭВМ вырабатывает команды, адресуемые блоку управления физической установкой (БУФУ)^{2/1}. Управляющие сигналы из этого блока передаются в устройства перемещения шторок (УПШ) для включения электродвигателей. Перемещение шторок из одного состояния в другое выполняется за 3 с, после чего из УПШ по линии связи поступают ответные сигналы в БУФУ, сообщаящий ЭВМ

Рис. 2. Схема физической установки: 1 — нейтроновод канала УХН; 2 — поляризатор УХН; 3 — входной спин-флиппер; 4 — спин-флиппер образца; 5-6 — спин-флипперы детекторов; 7,8,9 — шторки № 1,2,3 соответственно; 10 — образец; 11-12 — детекторы УХН.



об окончании перемещения. Задаваемое экспериментом конкретное число циклов образует одну серию измерений.

При изучении процессов взаимодействия УХН с магнитными материалами необходим пучок поляризованных нейтронов. Поляризация УХН осуществляется путем пропускания нейтронов сквозь намагниченную пленку¹³. Анализ поляризации производится с помощью такой же пленки, перед которой устанавливается спин-флиппер (СФ) — устройство, позволяющее поворачивать спин нейтрона на 180° (поворот спина осуществляется радиочастотным полем в неоднородном постоянном поле). Поэтому при экспериментах с поляризованными нейтронами измерительный модуль обеспечивает управление приводами трех шторок и четырех спин-флипперов.

Флипперы, как и шторки, могут находиться только в двух состояниях: флиппер выключен — состояние 1; флиппер включен — состояние 2. Как и при работе с неполяризованными нейтронами, мониторное, измерительное и фоновое состояния шторок образуют один цикл измерений и всегда реализуются при любом заданном состоянии флипперов, N циклов составляют одну серию измерений. Серии различаются по состоянию флипперов 1,2,3,4. В процессе эксперимента может реализовываться 16 серий измерений.

ДЕТЕКТОРНЫЙ КАНАЛ С АВТОНОМНЫМ НАКОПИТЕЛЕМ

Измерительный модуль производит накопление и обработку информации, поступающей от одного или двух одновременно работающих детекторов. В качестве детекторов нейтронов используются пропорциональные счетчики на основе ^3He . Сигналы от каждого счетчика поступают на свой предусилитель с большим входным сопротивлением (100 МОм) и далее на типовые спектрометрические усилители.

В измерительном модуле реализовано два различных метода накопления информации. По одному детекторному тракту автономный накопитель состоит из временного кодировщика ВКП-4¹⁴ с программно измеряемой шириной канала и запоминающего устройства¹⁵. Взаимодействие этих блоков по дополнительной магистрали позволяет освободить ЭВМ "Правец-16" от функции оперативного накопления спектрометрической информации, а также обеспечивает мертвое время накопительной системы 1,5–2 мкс. В ходе эксперимента этим накопителем обеспечивается регистрация одномерных временных спектров в интервале 200 мс между стартовыми импульсами реактора.

По второму детекторному тракту автономный накопитель состоит из блока временных окон БВО4П и счетчика КС017¹⁷. Этот канал

позволяет проводить интегральное накопление информации в восьми временных окнах, программно задаваемых экспериментатором.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение позволяет решать следующие основные задачи:

- накопление данных;
- управление экспериментальной аппаратурой;
- хранение и предварительная математическая обработка накопленных данных;
- визуализация и распечатка результатов.

Программное обеспечение измерительного модуля написано с использованием методики программирования аппаратуры КАМАК¹⁶.

Работа начинается с подготовки экспериментатором задания на эксперимент. Готовое задание сохраняется в виде файла на диске, что позволяет подготавливать заранее определенное число экспериментов.

Данные, необходимые для формирования задания на эксперимент, скомпонованы в таблицы, которые содержат:

- число серий измерений и последовательность их реализации (число используемых флипперов);
- число используемых детекторов и шторок;
- число циклов измерений;
- число стартов реактора, в течение которых будут производиться измерения в мониторном, измерительном и фоновом состояниях шторок;
- временные интервалы между стартовыми импульсами реактора, в которых ведутся измерения (число и ширина каналов временного кодировщика — по одному детекторному тракту; число и ширина временных окон, в которых производится интегральное накопление информации — по второму детекторному тракту);
- временные интервалы детекторных трактов, в которых производится интегральное суммирование временных спектров каждого типа измерений.

Результатом работы по подготовке задания является файл, содержащий все введенные данные. Измерения выполняются автоматически полностью в соответствии с заданием. В ходе работы экспериментатор имеет возможность дать следующие команды:

- выбор нужного файла;
- проверка рабочего файла;
- старт измерений;
- отчет о работе.

По запросу экспериментатора на экране или на бумаге во время работы выдаются данные текущего цикла измерений (интегральные значения просуммированных спектров) с указанием номеров детектора. По окончании данной серии измерений при запросе экспериментатора выдаются данные всех циклов серии в виде таблицы с указанием номеров детектора, цикла и серии, а также результаты предварительной обработки полученной информации (суммирование результатов однотипных измерений — монитор, фон, измерение; вычисление интенсивностей УХН и т.д.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный измерительный модуль удовлетворительно выдержал в течение полугода этап опытной эксплуатации. За это время измерительный модуль позволил произвести в режиме работы с неполяризованными нейтронами экспериментальные измерения коэффициентов отражения УХН в зависимости от насыпной плотности и толщины слоя порошка бериллия. В настоящее время измерительный модуль используется на канале УХН реактора ИБР-2 для физических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков В.В., Кулагин Е.Н., Никитенко Ю.В. — ОИЯИ, РЗ-85-285, Дубна, 1985.
2. Вагов В.А. и др. — ОИЯИ, РЗ-82-770, Дубна, 1982.
3. Игнатович В.К. — "Физика ультрахолодных нейтронов", М.: "Наука", 1986, с.178.
4. Барабаш И.П. и др. — ОИЯИ, 10-84-158, Дубна, 1984.
5. Ермаков В.А., Зимин Г.Н. — ОИЯИ, 10-83-194, Дубна, 1983.
6. Челноков М.Л. — В сб.: Труды Международной школы по вопросам применения ЭВМ в физических исследованиях, Д10-89-70, Дубна: ОИЯИ, 1989.
7. Журавлев Н.И. и др. — ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 июня 1991 года.