

H-741

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

На правах рукописи

10-92-43

**НОВОЖИЛОВ**  
Владимир Евгеньевич

**ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА  
НЕЙТРОННЫХ ДИФРАКТОМЕТРОВ  
ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА  
НА ИМПУЛЬСНЫХ РЕАКТОРАХ**

**Специальность: 01.04.01. - техника физического  
эксперимента, физика приборов,  
автоматизация физических  
исследований**

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

Дубна 1992

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики  
Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

кандидат физико-математических наук  
старший научный сотрудник

Балагуров А. М.

кандидат технических наук  
старший научный сотрудник

Тишин В. Г.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук  
старший научный сотрудник

Фетисов Г. В.

кандидат технических наук  
старший научный сотрудник

Чурин И. Н.

Ведущая организация:

Санкт-Петербургский институт ядерной физики  
им. Б. П. Константинова, г. Гатчина.

Защита состоится " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1992 года на заседании  
специализированного совета Д 047.01.05 при Лаборатории нейтронной  
физики и Лаборатории ядерных реакций Объединенного института  
ядерных исследований, г. Дубна, Московская область.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 1992г.

Ученый секретарь  
специализированного совета

Таран Ю. В.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность темы. В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ на импульсных реакторах ИБР-2 и ИБР-30 на нейтронных дифрактометрах по времени пролета ведутся эксперименты по исследованию атомной структуры кристаллов. Для расширения возможностей постановки эксперимента, его оптимизации и сокращения времени набора информации широко используются позиционно-чувствительные детекторы (ПЧД) нейтронов или система "точечных" детекторов, расположенных на нескольких углах рассеяния. Параллельный процесс накопления информации со многих детекторов, а также специфические особенности регистрации данных от ПЧД потребовали разработки соответствующей электронной аппаратуры.

Еще одной крупной темой, развиваемой в последние годы на импульсных реакторах, является "нейтронография в реальном времени" (НРВ). С ее помощью изучаются переходные процессы в кристаллах, длящиеся от нескольких минут до часов. Для реализации метода потребовалось разработать электронную аппаратуру с непрерывной по времени регистрацией последовательности нейтронограмм.

Оба направления - структурные исследования и изучение переходных процессов - постепенно становятся основными темами нейтронографических исследований на импульсных источниках нейтронов: импульсных реакторах и "spallation sources". При постановке нейтронографических экспериментов на импульсных реакторах дополнительной проблемой при разработке электронной аппаратуры является необходимость учитывать очень высокие мгновенные загрузки, возникающие из-за большой скважности источника.

Таким образом, для проведения актуальных нейтронографических экспериментов на импульсных реакторах потребовалось создание комплекса электронной аппаратуры, обеспечивающей:

- использование системы "точечных" нейтронных детекторов, а также одно- и двумерных позиционно-чувствительных нейтронных детекторов для накопления больших объемов информации;
- сжатие информации путем соответствующего кодирования и гибкого управления разрядностью многомерной информации;
- исследование быстропротекающих переходных процессов в образцах;

Объединенный институт  
ядерных исследований  
Библиотека

- регистрацию данных в условиях больших импульсных нагрузок.

Целью работ являлось создание и использование на нейтронных дифрактометрах электронной аппаратуры для определения координат событий в одномерных детекторах с высокоомным анодом и двухмерных пропорциональных камерах, кодирования номеров "точечных" детекторов, кодирования временных интервалов, набора двух- и трехмерной спектрометрической информации, исследования переходных процессов в образцах.

Научная новизна работ заключается в следующем:

- Впервые разработана отечественная аппаратура кодирования координат в позиционно-чувствительных нейтронных детекторах с высокоомным анодом и нейтронных пропорциональных камерах.

- Впервые разработано устройство для определения координат в ПЧД с увеличенным в два раза по сравнению с прототипами количеством позиционных каналов, (а.с. №1603317).

- Разработан преобразователь время-код с программно-задаваемой временной шкалой, позволяющий:

-а) кодировать по различным законам временную шкалу с шириной канала от 0,5 мкс до 32 мс и максимальным числом (изменяемым по длительности) каналов 4096;

-б) проводить регистрацию событий в режиме +1 и +N;

-в) работать в режимах таймера, интенсиметра, двух генераторов последовательностей прямоугольных импульсов, двухканального устройства пропускания детекторных сигналов во временных "окнах".

- Разработаны формирователи двух- и трехпараметровых кодов с новым устройством выделения числового интервала (а.с. №955028).

- Впервые разработана аппаратура непрерывной во времени регистрации последовательности нейтронограмм для исследований быстротекущих процессов в образцах.

Практическая ценность работ состоит в том, что на основе разработанной автором электронной аппаратуры и при его непосредственном участии созданы измерительные системы для нейтронографических исследований на нейтронных дифрактометрах ДН-2 и ДВР на импульсных реакторах ИБР-2 и ИБР-30 ОИЯИ, нейтронного дифрактометра филиала НИФХИ АН СССР (г. Обнинск) и нейтронного дифрактометра ИЯИ ЧСАН (г. Ржев) ЧСФР. На этих установках проведен ряд уникальных экспериментов по исследованию структуры различных кристаллов, в том числе высокотемпературных

сверхпроводников, липидных мембран и переходных процессов в кристаллах.

Апробация: основные результаты диссертационной работы опубликованы в виде журнальных статей, сообщений ОИЯИ, докладывались на научных семинарах ЛНФ, представлялись на X (Дрезден, 1980г., Германия), XII (Дубна, 1985г., Российская Федерация), XIII (Варна, 1988г., Болгария) и XIV (Варшава, 1990г., Польша) Международных симпозиумах по ядерной электронике.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 108 страницах, включает 35 рисунков и 2 таблицы. Список литературы содержит 121 наименование.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы ее цели и научная новизна, дано краткое изложение содержания работы по главам.

Первая глава диссертации посвящена основным принципам построения электронной аппаратуры нейтронных дифрактометров по времени пролета на импульсных реакторах. Проведение исследований структуры кристаллов требует накопления больших объемов информации. Для сокращения времени накопления данных обосновано применение одно- и двухкоординатных позиционно-чувствительных детекторов. При этом регистрация дифракционных спектров производится в параллельном режиме: развертка спектра всегда осуществляется по времени пролета и, в зависимости от типа ПЧД, по одной или двум угловым координатам. Сделан краткий обзор применяемых на дифрактометрах различных позиционно-чувствительных детекторов, методов и электронной аппаратуры определения координат событий.

Подробнее рассмотрены методы определения позиции в ПЧД с высокоомным анодом и необходимая для этого электронная аппаратура: аналоговая и цифровая. В последнем случае сигналы с двух концов ПЧД оцифровываются с помощью АЦП, а далее позиция определяется с применением ЭВМ или аппаратно-специализированным процессором. Время определения координат событий при использовании ЭВМ составляет сотни микросекунд, при использовании специализированных процессоров аналогового или цифрового типа - единицы или десятки микросекунд.



Известны три метода определения координат событий в ПЧД с высокоомным анодом:

$$\frac{x}{L} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1), \quad \frac{x}{L} = \frac{A_1}{A_1 + A_2} \quad (2), \quad \frac{x}{L} = \frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \quad (3),$$

где  $\frac{x}{L}$  - относительная координата события ( $L$  - полная длина детектора),  $A_1$ ,  $A_2$  - амплитуды сигналов с концов ПЧД. Описан применяемый в ЛНФ ОИЯИ новый метод определения позиции событий для однокоординатных позиционно-чувствительных нейтронных детекторов с высокоомным анодом:

$$\frac{x}{L} = \frac{A_2 + \frac{R_H}{R_D}(A_2 - A_1)}{A_1 + A_2} \quad (4)$$

где  $R_H$  и  $R_D$  - соответственно сопротивления нагрузки на концах детектора и анодной нити ПЧД. Проведены сравнение и анализ погрешностей для этого и известных ранее трех методов определения координат событий. Получена оценочная формула взаимосвязи погрешности определения позиции в ПЧД с высокоомным анодом, максимальной разрядности АЦП, используемых для оцифровки исследуемых аналоговых сигналов с двух концов ПЧД, и допустимого динамического диапазона исследуемых сигналов.

Проведен обзор электронной аппаратуры регистрации событий с двухкоординатных пропорциональных камер (ДПК) и отмечены особенности регистрации событий для нейтронных ДПК.

Во второй главе проведен краткий обзор типов преобразователей время-код (ПВК) и рассмотрен разработанный автором программируемый преобразователь время-код ВКП-6 с дополнительными функциональными возможностями. Необходимость накопления большого количества информации в параллельном режиме требует больших объемов памяти накопительного устройства. Одним из способов сжатия дифракционной информации является использование ПВК с временной шкалой, имеющей переменную ширину канала. При использовании временной шкалы для регистрации дифракционных спектров с шириной канала, изменяемой пропорционально времени или квадрату времени, осуществляется сжатие информации в единицы и десятки раз.

Разработанный преобразователь время-код ВКП-6 позволяет

кодировать временные интервалы как с постоянной шириной канала, так и с изменяемой по заданному программно закону. Ширина каждого или группы временных каналов может изменяться от 0,5 мкс до 32 мкс, количество программируемых каналов - до 4096. Кроме того, ВКП-6 может работать в следующих режимах:

- регистрация временной информации на накопительном устройстве в режиме +1 событие;
- регистрация временной информации на накопительном устройстве в режиме +N событий;
- устройство с двумя независимыми измерительными каналами, регистрации детекторных сигналов во временных интервалах (временных "окнах");
- два генератора последовательностей прямоугольных импульсов;
- таймер;
- интенсиметр.

Использование ВКП-6 в режиме регистрации +N событий за одно обращение к ЗУ позволило увеличить максимальную загрузку регистрации до  $3 \times 10^6$  событий/с.

Многофункциональное использование ВКП-6 уменьшило количество различных типов устройств, применяемых ранее при проведении физических экспериментов.

В третьей главе рассмотрена электронная аппаратура определения координат событий в однокоординатных позиционно-чувствительных нейтронных детекторах с высокоомным анодом и двухкоординатных пропорциональных камерах, которые находят все большее применение в экспериментах на нейтронных дифрактометрах, поскольку позволяют проводить регистрацию не точки, а некоторой области обратного пространства кристалла, то есть существенно (в десятки и сотни раз) сокращают время проведения эксперимента.

При цифровых способах определения координат событий в ПЧД с высокоомным анодом сигналы с двух концов ПЧД преобразуются в цифровой вид и далее обрабатываются спецконтроллером или спецпроцессором. Разработанный автором спецконтроллер получает информацию с двух АЦП по шине КАМАК и осуществляет преобразование по алгоритму формулы (4) для получения цифрового кода позиции. Вычислительный узел спецконтроллера построен на основе арифметико-логического устройства (АЛУ). Время получения шести-разрядного кода позиции - 6,5 мкс с устройством быстрого деления и 15,5 мкс с устройством медленного деления. Спецконтроллер выполнен

в стандарте КАМАК в виде модуля шириной 3М.

Разработанный спецпроцессор принимает информацию от двух АЦП по кабелям с внешних разъемов, расположенных на передней панели блоков, что ускоряет процесс считывания информации с АЦП. Вычислительный узел спецпроцессора, построенный на основе сумматора, выполняет арифметические операции как суммирования, вычитания, так и деления. Функциональная схема спецпроцессора представлена на рисунке 1. Время получения шестиразрядного кода позиции -

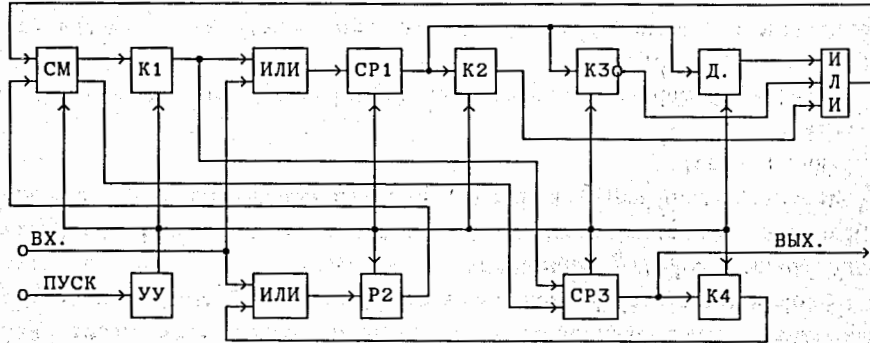


Рис. 1. Функциональная схема спецпроцессора определения позиции на основе сумматора.

4,5мкс. Блок выполнен в стандарте КАМАК в виде модуля шириной 1М.

Для некоторых типов экспериментов на высокопоточном импульсном реакторе ИБР-2 были разработаны два устройства определения координат аналогового типа с временем определения позиции 0,5мкс. Функциональная схема устройства аналогового типа с использованием быстрого АЦП представлена на рисунке 2. Блок, содержащий два усилителя, два стретчера и устройство определения координат, выполнен в стандарте КАМАК в виде модуля шириной 1М. Второе устройство обладает такими же характеристиками, но имеет в два раза большее максимальное количество позиционных кодов событий.

В случаях применения двухкоординатного нейтронного детектора (ДНД) в физических экспериментах при регистрации каждого события взаимодействия нейтронов с детектором по каждой координате появляются сигналы не с одной, а с нескольких рядом расположенных катодных нитей (образуются кластеры). Поэтому возникает задача

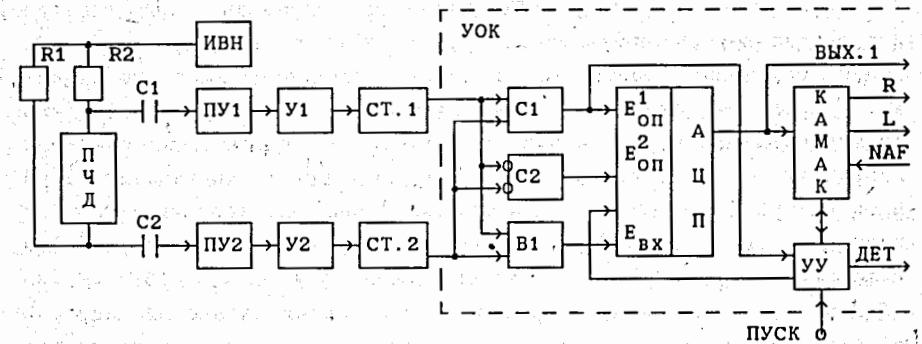


Рис. 2. Функциональная схема устройства определения координат в ПЧД аналогового типа.

выделения центра кластера, которую решают при обработке информации с помощью ЭВМ или аппаратно. Функциональная схема устройства определения одной из координат ДНД представлена на рисунке 3. Устройство выполнено в стандарте КАМАК с шириной модуля 3М. Количество входов по каждой из двух координат - 32, время регистрации события 1,5мкс.

В четвертой главе рассмотрены электронные устройства формирования однопараметровых и многопараметровых кодов.

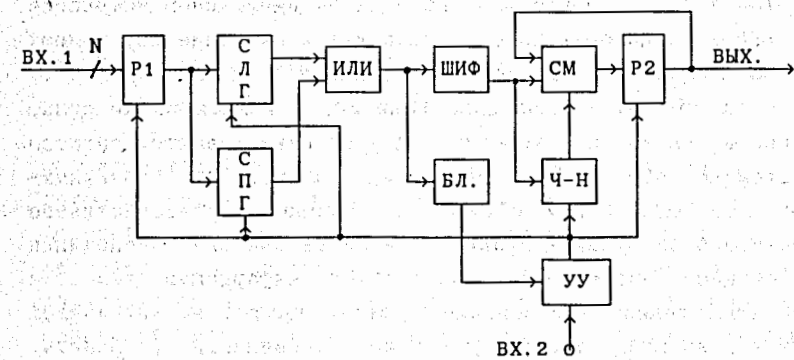


Рис. 3. Функциональная схема кодирования позиции в пропорциональной камере.

В нейтронной дифрактометрии по времени пролета с использованием различных детекторов возникает задача формирования многопараметровых кодов. При использовании нескольких "точечных" детекторов или позиционно-чувствительного детектора необходимо формировать двухпараметровый код номера детектора и времени или координаты X и времени, при использовании двухкоординатной пропорциональной камеры - трехпараметровый код координат X, Y и времени. Часто накопление многопараметровой спектрометрической информации производится в запоминающее устройство (ЗУ) таким образом, что многопараметровый код события является адресом ячейки памяти ЗУ, по которому к содержимому ячейки добавляется одно (иногда сразу несколько) событие. В некоторых случаях требуется регистрация событий не со всей длины или площади используемых одно- или двухкоординатных детекторов, а с некоторой их части или области, смещенной относительно начала координат. Кроме того, некоторые кодирующие устройства сами имеют область кодирования, смещенную относительно начала числовой оси. В таких случаях при накоплении информации в запоминающих устройствах появляются области памяти ЗУ, не заполненные полезной информацией.

С увеличением величины и количества параметров существенно увеличиваются и объемы регистрируемой информации а, следовательно, и объем памяти ЗУ, требуемой для накопления спектрометрической информации.

В ЛНФ ОИЯИ разработана методика проведения дифракционных экспериментов в реальном масштабе времени на импульсном источнике нейтронов ИБР-2, с помощью которой проводится изучение переходных процессов в образцах. В ходе эксперимента весь объем ЗУ разбивается на области, называемые кадрами, в каждой из которых, определенное время /время экспозиции кадра/ накапливаются спектры от исследуемого образца с одного или нескольких "точечных" детекторов или ПЧД. Таким образом происходит последовательное заполнение всего ЗУ этими кадрами. При малых временах экспозиции кадра и большом числе детекторов объем информации велик и необходимо эффективное кодирование с целью сжатия накапливаемой информации и уменьшения требуемых объемов запоминающих устройств.

В четвертой главе рассмотрены многопараметровые формирователи кодов с отбором полезных событий, осуществляющие сжатие информации и имеющие возможность управления как от ЭВМ, так и

автономно с помощью переключателей на передней панели.

Разработанное устройство для выделения числового интервала осуществляет нормирование и позволяет регистрировать события, коды которых удовлетворяют нижней и верхней границам разрешенной области регистрации событий. Устройство использовано в многомерных формирователях кодов.

Устройство формирования двухпараметровых кодов ПЧД и времени выполнено в стандарте КАМАК в виде модуля шириной 2М, мертвое время - около 2мкс. Кроме того оно позволяет передавать информацию по последовательной линии связи со скоростью около 1Мбод.

Функциональная схема устройства формирования трехпараметровых кодов представлена на рисунке 4. Блок состоит из двух одинаковых

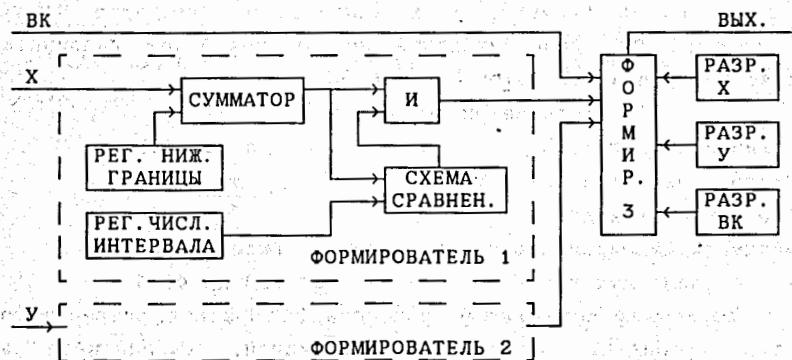


Рис. 4. Функциональная схема устройства формирования трехпараметровых кодов.

формирователей Ф1, Ф2 и выходного формирователя Ф3, с помощью которых задается число разрядов по X и Y координатам и формируется слово, являющееся адресом ячейки запоминающего устройства. Посредством переключателей на передней панели или по командам КАМАК в регистр нижней границы заносится код номера начальной нити, а в регистр числового интервала - код количества нитей в группе. Информация с нитей регистрируется, если она поступает с нитей, номера которых находятся в заданном интервале. Номер начальной нити может быть любым, от 1 до 64, а количество нитей составлять  $2^m$ ,  $m = 0, 1, \dots, 6$ . В выходной формирователь Ф3

поступают позиционные коды  $N_x$  и  $N_y$  и временной код  $N_c$ , из которых формируется выходной код. Формирователь ФЗ потенциального типа выполнен на микросхемах коммутации типа КП. Время получения выходного кода составляет около 0,15 мкс. Уменьшая число разрядов по X и Y координатам и выбирая таким образом какую-то часть общей площади детектора, можно расширить интервал времени, в течении которого происходит регистрация информации или уменьшить (сжать) объем регистрируемой информации.

Конструктивно блок выполнен на одной плате в стандарте КАМАК модулем шириной 2М.

Для регистрации временных спектров от нескольких "точечных" детекторов был разработан кодировщик номера детектора (КНД). Он содержит буферное запоминающее устройство (БЗУ) объемом 2048x32(80)бит слов и позволяет формировать двухпараметровые коды номера детектора и времени. Блок выполнен в стандарте КАМАК модулем шириной 2М. Дополнительный модуль позволяет увеличить количество обслуживаемых детекторов до 68.

Параметры устройства:

Количество детекторов	до 20 (68)
Частота регистрации МГц	до 3
(по каждому входу)	
Минимальная ширина временного канала (мкс)	0,5
Число временных каналов	от 128 до 4096

Для исследования переходных процессов в образцах разработано устройство разбиения памяти с экспозицией, выполненное в стандарте КАМАК в виде модуля шириной 2М, имеющее следующие основные параметры:

Максимальный объем применяемого ЗУ	256К
Число кадров	от 1 до 1024
объем адресного поля кадра ЗУ (слов)	от 256 до 64К
Экспозиция одного кадра	от 1 до 65536
(число периодов тактовых импульсов)	

Для передачи и приема цифровой спектрометрической информации на расстояние около 1км были разработаны устройства передачи и приема информации по двум или одному коаксиальному кабелю с частотой передачи около 1МБод.

В пятой главе рассмотрены созданные на основе разработанных автором электронных устройств комплексы электронной аппаратуры нейтронных дифрактометров по времени пролета с использованием

"точечных", а также одно- и двухкоординатных позиционно-чувствительных детекторов.

В ЛНФ ОИЯИ на импульсном нейтронном реакторе ИБР-2 действует нейтронный дифрактометр по времени пролета ДН-2. В основном, он предназначен для проведения дифракционных экспериментов, требующих большой светосилы и умеренного разрешения. На импульсном нейтронном реакторе ИБР-30 ЛНФ ОИЯИ действует нейтронный дифрактометр ДВР, предназначенный для нейтронографических исследований высокого разрешения. Электронная аппаратура этих дифрактометров во многом аналогична. Нейтронный дифрактометр ДН-2 включает набор детекторов с электроникой, два канала накопления спектрометрической информации, аппаратуру управления режимами измерений, механическими узлами дифрактометра и внешними условиями на образце. Система автоматизации экспериментов создана на базе ПЭВМ РС/АТ и аппаратуры КАМАК.

Функциональная схема электронной аппаратуры нейтронного дифрактометра показана на рисунке 5. Сигналы с детекторов

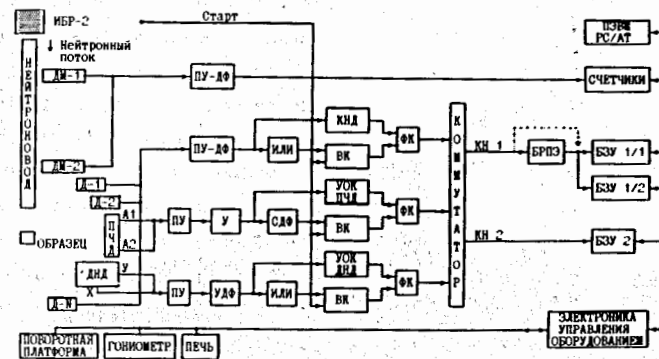


Рис. 5. Функциональная схема электронной аппаратуры нейтронного дифрактометра по времени пролета.

поступают на соответствующие предусилители (ПУ), предусилители-дискриминаторы-формирователи (ПУ-ДФ), усилители (У, УДФ). Далее сигналы преобразуются в цифровой вид кодировщиком номера детектора (КНД), устройствами определения координат (УОК), временными кодировщиками (ВК), формирователями кодов (ФК). Коммутатором осуществляется подключение к двум независимым

каналам накопления КН1, КН2 электроники выбранных типов детекторов, используемых в конкретном эксперименте.

Канал накопления КН1 применяется в основном при исследовании переходных процессов в образцах. Накопление информации осуществляется последовательным заполнением областей буферного запоминающего устройства БЗУ1, задаваемых устройством разбиения памяти с экспозицией (БРПЭ). БЗУ1 может состоять из двух попеременно работающих блоков. Анализ дифракционных спектров последовательности кадров позволяет исследовать динамику изменений структуры исследуемых образцов во времени. По каналу КН2 осуществляется накопление в БЗУ2. Информация из БЗУ1, БЗУ2 записывается на магнитный диск ПЭВМ.

Электроника оборудования дифрактометра ДН-2 управляет поворотной платформой с расположенными на ней детекторами, а также гониометром и температурой в печи.

Электронная аппаратура позволяет создавать нейтронные дифрактометры с расположением ЭВМ и части регистрирующей аппаратуры как в непосредственной близости от установки, так и на расстоянии до 1 км.

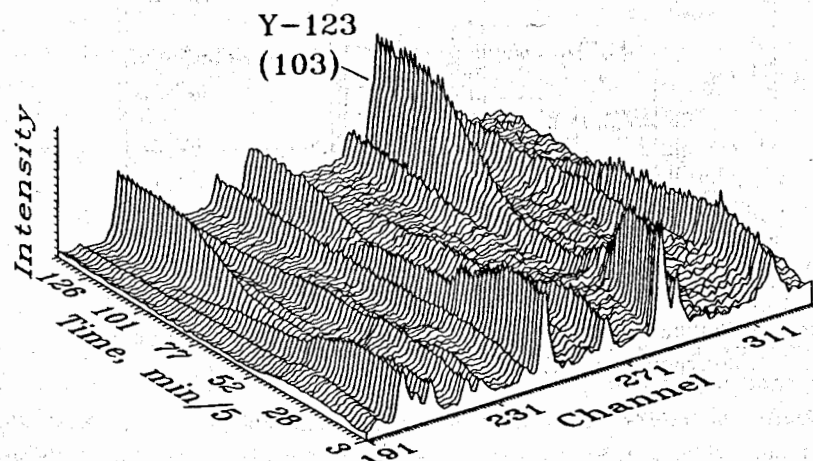


Рис. 6. Последовательность дифракционных спектров, измеренная от одного детектора в ходе синтеза  $YBa_2Cu_3O_x$ .

Как пример эксперимента в реальном масштабе времени на рисунке 6 приведена последовательность дифракционных спектров от одного детектора с пятиминутной экспозицией каждого кадра, впервые полученная в процессе синтеза высокотемпературного сверхпроводника  $YBa_2Cu_3O_x$ .

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ.

1. Разработан комплекс аппаратуры для определения координат событий в позиционно-чувствительных детекторах с высокоомным анодом и в пропорциональных двухкоординатных камерах, используемых на нейтронных дифрактометрах, в составе: спецконтроллера, спецпроцессора, устройства определения координат аналогового типа, устройства кодирования координат в пропорциональных камерах. Аппаратура реализует как традиционную, так и вновь предложенную методики определения координат в ПЧД.

2. Разработано защищенное авторским свидетельством устройство для определения координат аналогового типа с увеличенным в два раза по сравнению с прототипами количеством позиционных каналов.

3. Разработан преобразователь время-код с программно-задаваемой временной шкалой, позволяющий:

- кодировать по различным законам временную шкалу с шириной канала от 0,5 мкс до 32 мс и максимальным числом (изменяемым по длительности) каналов до 4096.

- проводить регистрацию событий наряду с традиционным режимом +1 и в режиме +N,

- работать в режимах таймера, интенсиметра, двух генераторов последовательностей прямоугольных импульсов, двухканального устройства пропускания детекторных сигналов во временных "окнах".

4. Разработан комплекс аппаратуры формирования двух- и трехмерных кодов, с защищенным авторским свидетельством устройством для выделения числового интервала, и электронные устройства передачи и приема информации по последовательной линии связи.

5. Разработан комплекс аппаратуры в составе устройства кодирования номера детектора, устройства покадрового заполнения памяти ЗУ для физических исследований переходных процессов в кристаллах.



6. На основе разработанной автором электронной аппаратуры при его непосредственном участии созданы измерительные системы для нейтронографических исследований на нейтронных дифрактометрах ДН-2 и ДВР на импульсных реакторах ИБР-2 и ИБР-30 ОИЯИ, нейтронного дифрактометра филиала НИФХИ АН СССР (г. Обнинск) и нейтронного дифрактометра ИЯИ ЧСАН (г. Ржеж) ЧСФР.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ:

1. Балагуров А.М., Горделий В.И., Ишмухаметов М.З., Новожилов В.Е., Останевич Ю.М., Савенко Б.Н., Шibaев В.Д. Нейтронный дифрактометр по времени пролета с однокоординатным позиционно-чувствительным детектором: Сообщение ОИЯИ P13-80-440.-Дубна, 1980.-11с.
2. Балагуров А.М., Вагов В.А., Жуков Г.П., Зимин Г.Н., Ишмухаметов М.З., Миронова Г.В., Намсрай Ю., Новожилов В.Е., Островной А.И., Саламатин И.М. Система на базе ЭВМ СМ-3 и внешней памяти СМ-3101 для экспериментов с нейтронным дифрактометром по методу времени пролета: Сообщение ОИЯИ P10-80-824.-Дубна, 1980.-5с.
3. Балагуров А.М., Барабаш И.П., Бескровный А.И., Жиронкин Г.Ф., Новожилов В.Е., Останевич Ю.М., Пикельнер Е.Я., Тишин В.Г., Шibaев В.Д. Двухкоординатный нейтронный детектор с электронной аппаратурой // X International Symposium on Nuclear Electronics 10-16 April, 1980: Dresden, GDR, ZfK -433.-1981.-P.229-232.
4. Ананьев Б.Н., Балагуров А.М., Горделий В.И., Жиронкин Г.Ф., Новожилов В.Е., Пикельнер Е.Я., Шibaев В.Д. Двухкоординатный детектор для нейтронного дифрактометра. Конструкция и испытания: Сообщение ОИЯИ P13-81-857.-Дубна, 1981.-15с.
5. Балагуров А.М., Горделий В.И., Жиронкин Г.Ф., Жуков Г.П., Зимин Г.Н., Новожилов В.Е., Островной А.И., Саламатин И.М., Тишин В.Г., Шibaев В.Д. Двухкоординатный детектор для нейтронного дифрактометра по времени пролета. Электроника и система накопления информации: Сообщение ОИЯИ P13-81-858.-Дубна, 1981.-8с.
6. Горделий В.И., Засадых Ю.Б., Ишмухаметов М.З., Лазин В.И., Новожилов В.Е. Однокоординатный позиционно-чувствительный нейтронный детектор с цифровым процессором // ПТЭ.-1982.

-№4.-С.42-45.

7. А. с. 955028 СССР, МКИ<sup>3</sup> G 06F7/00. Устройство для выделения числового интервала / В.Е.Новожилов // Открытия. Изобретения.-1982.-№32.-С.180.
8. Balagurov A.M., Gordeley V.I., Ishmuhametov M.Z., Novozhilov V.E., Savenko B.N., Shibaev V.D. A Neutron time-of-flight diffractometer with a one-dimensional position sensitive counter // Nucl. Instr. and Meth.-1982.-Vol.193, No.3.-P.617-621.
9. Балагуров А.М., Горделий В.И., Жиронкин Г.Ф., Ле Лхак Мань, Новожилов В.Е., Родионов К.Г., Тишин В.Г. Электронная аппаратура для однокоординатного позиционно-чувствительного нейтронного детектора с высокоомной нитью // XII Международный симпозиум по ядерной электронике, Дубна, 2-6 июля 1985г. / ОИЯИ Д13-85-793.-Дубна, 1985.-С.423-427.
10. Новожилов В.Е., Тишин В.Г. Анализ погрешностей электронной аппаратуры для позиционно-чувствительного нейтронного детектора с высокоомным анодом. Комплекс устройств: Сообщение ОИЯИ P10-86-597.-Дубна, 1986.-10с.
11. Балагуров А.М., Жуков Г.П., Миронова Г.М., Новожилов В.Е., Островной А.И. Система для накопления в реальном масштабе времени на нейтронном дифрактометре // XIII Международный симпозиум по ядерной электронике, Варна, 12-18 сентября 1988г. / ОИЯИ Д-13-88-938.-Дубна, 1989.-С.264-267.
12. Балагуров А.М., Злоказов В.Б., Миронова Г.М., Новожилов В.Е., Островной А.И., Симкин В.Г. Нейтронография в реальном масштабе времени на импульсном реакторе ИБР-2: Сообщение ОИЯИ P10-89-601.-Дубна, 1989.-11с.
13. Балагуров А.М., Барабаш И.П., В.И., Жиронкин Г.Ф., Дьен Н.Н., Новожилов В.Е., Островной А.И., Родионов К.Г., Тишин В.Г. Аппаратура регистрации и автоматизации многодетекторного нейтронного дифрактометра по времени пролета ДН-2 // XIV Международный симпозиум по ядерной электронике и Международный семинар КАМАК-90, Варшава 25-28 сентября 1990. / ОИЯИ Д13-90-600.-Дубна, 1990.-С.283-286.
14. Барабаш И.П., Жиронкин Г.Ф., Новожилов В.Е., Островной А.И., Шibaев В.Д. Аппаратура для исследования переходных процессов в конденсированных средах методом дифракции нейтронов: Сообщение ОИЯИ P10-90-88.-Дубна, 1990.-12с.

15. Новожилов В.Е. Программируемый временной кодировщик ВКП-6 с дополнительными функциональными возможностями: Сообщение ОИЯИ Р10-90-131.-Дубна, 1990.-11с.
16. А.с. 1603317 СССР, МКИ<sup>3</sup> G 01T7/00. Устройство для определения координат / В.Е.Новожилов, В.Г.Тишин // Открытия. Изобретения.-1990.-№40.-С.193.
17. Новожилов В.Е. Устройство кодирования номера детектора для исследований на импульсных реакторах по методу времени пролета: Сообщение ОИЯИ Р10-91-147.-Дубна, 1991.-6с.
18. Балагуров А.М., Барабаш И.П., Жиронкин Г.Ф., Дьен Н.Н., Новожилов В.Е., Островной А.И., Родионов К.Г., Сиротин А.П., Тишин В.Г. Тулаев А.Б. Измерительно-вычислительный модуль нейтронного дифрактометра ДН-2 на реакторе ИБР-2: Сообщение ОИЯИ Р10-91-155.-Дубна, 1991.-12с.
19. Зен К.Е., Новожилов В.Е., Тишин В.Г. Устройство кодирования позиции в позиционно-чувствительных детекторах с применением быстрых АЦП: Сообщение ОИЯИ Р10-91-463.-Дубна, 1991.-6с.
20. Balagurov A.M., Mironova G.M., Novozhilov V.E., Ostrovnoy A.I., Simkin V.G., Zlokazov V.B. The Application of the Neutron Time-of-flight Technique for Real-Time Diffraction Studies // J. Appl. Cryst.-1991.-Vol.247-P.34-37.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 января 1992 года.