

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P10-85-713

И.П.Барабаш, О.И.Елизаров, Ле Кхак Мань,  
Ю.Н.Покотилловский, К.Г.Родионов, В.Г.Тишин,  
В.Д.Шибяев

АВТОНОМНАЯ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА УХН

1985

По мере развития вычислительной техники корреляционные методы находят все более широкое применение в разных областях физики. В спектрометрии нейтронов по времени пролета первые применения корреляционного метода относятся ко второй половине 60-х годов<sup>/1/</sup>. Как правило, в этих работах применялся механический прерыватель с ротором, на котором вырезались щели в соответствии с используемым оптимальным кодом. Полной реализации всех преимуществ метода при использовании механических прерывателей препятствовали три жестких требования:

- 1/ точность воспроизведения теоретической квазислучайной последовательности на диске прерывателя;
- 2/ постоянство периода вращения прерывателя на протяжении всего цикла измерений;
- 3/ очень малые изменения фазы прерывателя в каждом периоде его вращения.

Недостаточно строгое выполнение этих требований приводит к искажениям в получаемой кросс-корреляции, таким, как ложные максимумы и провалы, непостоянный уровень фона, ухудшение энергетического разрешения и т.п.

В последние годы в нейтронной спектрометрии используются модуляторы интенсивности нейтронов, основанные не на механических прерывателях. В работе<sup>/2/</sup> для модуляции интенсивности монохроматических тепловых нейтронов используется импульсное перемагничивание монокристалла литиевого феррита. В<sup>/3/</sup> применен быстрый спин-флип поляризованных нейтронов, а в<sup>/4/</sup> для модуляции потока ультрахолодных нейтронов /УХН/ разработан тонкопленочный ферромагнитный затвор. Введение в практику корреляционной спектрометрии нейтронов электромагнитных модуляторов интенсивности позволяет обеспечить практически идеальную синхронизацию модулятора и временного анализатора, существенно увеличивает быстродействие и светосилу.

Ранее в ЛНФ ОИЯИ была создана система накопления и обработки данных для экспериментов по корреляционной спектрометрии УХН<sup>/5/</sup>. Эта система была предназначена для работы с механическим прерывателем с числом элементов в псевдослучайной последовательности, равным 127, и одним детектором. Первые эксперименты<sup>/6/</sup> показали хорошие параметры и удобство в работе с этой системой, но в то же время были ограничены возможности по числу каналов временного спектра и числу используемых детекторов.

В данной работе описывается усовершенствованная система накопления и обработки экспериментальной информации при проведении экспериментов с использованием корреляционной времяпролетной

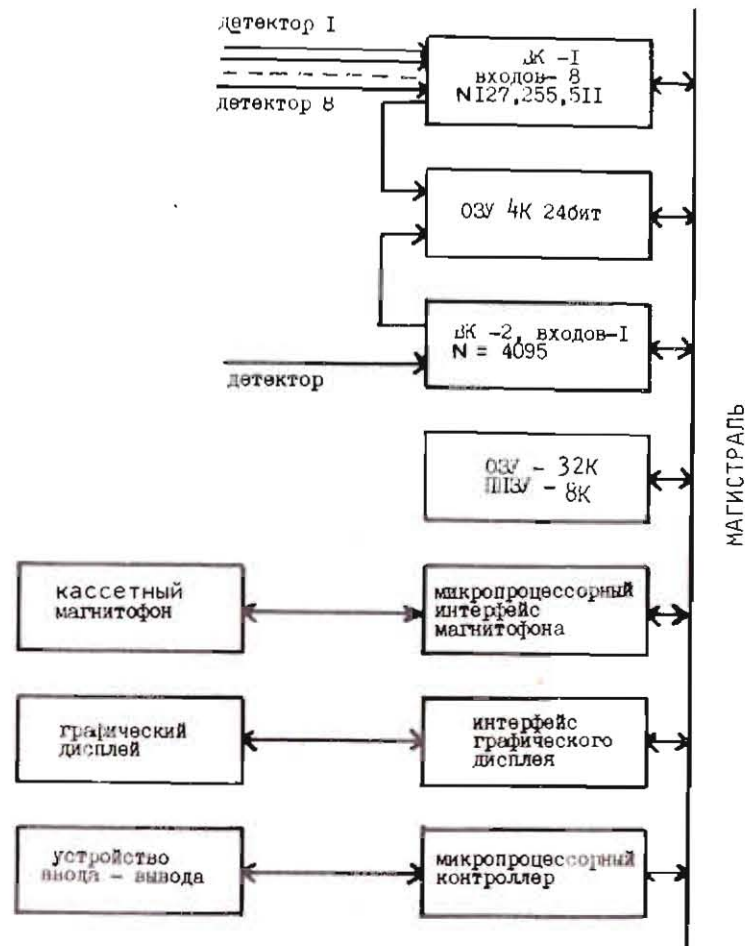


Рис. 1. Блок-схема измерительно-вычислительной системы.

спектрометрии ультрахолодных и очень холодных нейтронов. В качестве модулятора интенсивности нейтронов применен магнитный тонкопленочный затвор<sup>7/4/</sup>.

Измерительно-вычислительная система выполнена в стандарте КАМАК и состоит из следующих блоков /рис.1/:

1. Временной кодировщик - ВК-1.
2. Временной кодировщик - ВК-2.
3. Запоминающее устройство ЗУ на 4096 24-разрядных чисел<sup>7/</sup>
4. Запоминающее устройство ОЗУ/ППЗУ соответственно на 32 и 8Кбайт.
5. Микропроцессорный крейт-контроллер на базе микропроцессора КР580ИК80.

6. Интерфейс графического дисплея.
7. Микропроцессорный интерфейс кассетного магнитофона типа МКНМЛ - 7208-1<sup>8/</sup>.
8. Кассетный магнитофон типа РК-1<sup>9/</sup>.
9. Графический дисплей.
10. Алфавитно-цифровой дисплей.

Временной кодировщик ВК-1 имеет 8 отдельных детекторных входов и 127, 255 и 511 временных каналов, переключаемых с передней панели. Емкость ЗУ позволяет использовать все 8 входов при любом числе временных каналов. Кодировщик номера детектора регистрирует только один из поступивших детекторных сигналов. При поступлении одновременно большего числа сигналов происходит блокировка сигнала "Запрос ЗУ" или сигнала LAM. Ширина временного канала задается с помощью переключателя на передней панели начиная со 100 мкс через 100 мкс до 1000 мкс. Временной кодировщик генерирует псевдослучайную бинарную последовательность чисел  $Z_k = 0; 1, k = 1, 2, 3, \dots, N$ , с периодом  $N = 2^n - 1$ , где  $N$  в нашем случае равно 127, 255 или 511 в зависимости от выбранного числа каналов. Генератор псевдослучайной последовательности представляет собой сдвигающий регистр с соответствующими обратными связями на 7, 8 или 9 разрядов. Тактовыми сигналами сдвигового регистра служат каналные импульсы временного кодировщика. Временной кодировщик во время измерения может выдавать информацию либо через разъем на передней панели во внешнее ЗУ, либо через магистраль КАМАК в ЗУ крейт-контроллера.

После накопления информации происходит ее обработка. Для этой цели используется та же корреляционная функция, генерируемая в кодировщике и считываемая последовательно разряд за разрядом в магистраль КАМАК в процессе обработки.

Используемые команды КАМАК:

- NA(0)F(0) - считывание информации с выходного регистра и сброс сигнала LAM по стробу  $S_2$ ;
- NA(0)F(1) - считывание корреляционной функции, по стробу  $S_2$  происходит сдвиг регистра;
- NA(0)F(2) - считывание установленного переключателем на передней панели блока числа каналов /127, 255, 511/;
- NA(0)F(8) - контроль сигнала LAM;
- NA(0)F(24) - запрет работы кодировщика и сброс по стробу  $S_1$  сдвигового регистра в исходное состояние;
- NA(0)F(26) - разрешение работы временного кодировщика;
- NA(1)F(24) - запрет LAM;
- NA(1)F(26) - разрешение LAM.

Временной кодировщик ВК-2 имеет только один детекторный вход и 4096 временных каналов. Ширина каналов может быть задана с помощью переключателя на передней панели блока: 64, 128 и 256 мкс. Генератор псевдослучайной последовательности выпол-

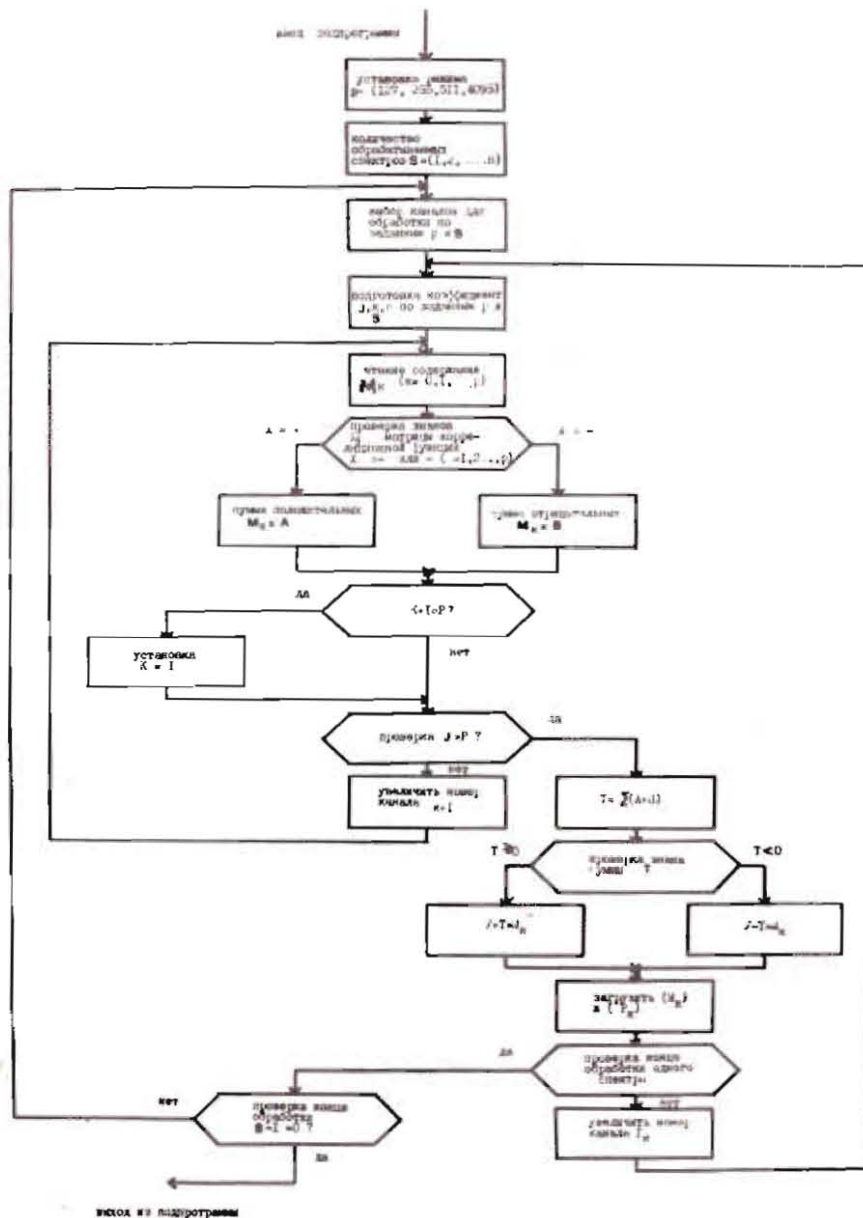


Рис. 2. Алгоритм подпрограмм обработки первичных спектров.

нен в виде 12-разрядного сдвигового регистра с соответствующими обратными связями. В остальном же этот кодировщик аналогичен описанному выше.

Программы для данной системы корреляционного анализа УХН обеспечивают выполнение следующих функций:

а/ тестирование и стирание ОЗУ, установка начального уровня в области памяти, выделенной для конечного спектра, тестовая проверка корреляционных вычислений;

б/ накопление информации, поступающей от временных кодировщиков;

в/ обработка первичных спектров - вычисления в соответствии с корреляционной функцией;

г/ запись и чтение информации на кассетном магнитофоне;

д/ изображение спектров на графическом дисплее;

е/ вывод информации на алфавитно-цифровой дисплей типа MERA или цифropечатающее устройство типа DZM-180.

Алгоритм подпрограмм обработки первичных спектров приведен на рис. 2. Для каждого канала конечного спектра вычисляется нижеприведенная матрица:

$$P_1 = x_1 M_2 + x_2 M_3 + \dots + x_p M_1.$$

$$P_2 = x_1 M_3 + x_2 M_4 + \dots + x_p M_2.$$

.

.

.

$$P_{p-1} = x_1 M_p + x_2 M_1 + \dots + x_p M_{p-1}.$$

$$P_p = x_1 M_1 + x_2 M_2 + \dots + x_p M_p.$$

где  $P_p$  - канальная информация конечного спектра,  $p$  - число обрабатываемых временных каналов,  $x_p = "+"$  или  $x_p = "-"$  - знак псевдослучайной функции в канале  $p$ ,  $M$  - канальная информация первичного спектра. Количество одновременно обрабатываемых спектров равно  $1 \div 8$  при  $p = 127, 255, 511$  и  $4095$ .

Время обработки спектра при различном числе временных каналов равно: при  $p = 127$  - 4 с, при  $p = 255$  - 20 с, при  $p = 511$  - 80 с, при  $p = 4095$  - 4800 с.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Могильнер А.И., Сальников О.А., Тимохин Л.А. ПТЭ, 1966, №2, с.22.
2. Mook H.A., Shodgrass F.W., Bates D.D. Nucl. Instr. and Meth., 1974, 116, p.205.
3. Weise K., Mehe A., Weinrauch W. Nucl. Instr. and Meth., 1977, 140, p.269.

4. Новопольцев М.И., Покотиловский Ю.Н., Шелкова И.Г. ОИЯИ, РЗ-84-219, Дубна, 1984.
5. Барабаш И.П. и др. ОИЯИ, 11-12423, Дубна, 1979.
6. Новопольцев М.И., Покотиловский Ю.Н. ОИЯИ, РЗ-81-822, Дубна, 1982.
7. 4k RAM Memory CAM.2.20-2 Instrument Manual. KFKI, MTA, Budapest, 1979.
8. Гетге М. и др. ОИЯИ, Р11-80-422, Дубна, 1980.
9. Техническая документация кассетного НМЛ РК-1. MERAMAT, Варшава, 1980.

В Объединенном институте ядерных исследований начал выходить сборник "Краткие сообщения ОИЯИ". В нем будут помещаться статьи, содержащие оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты, требующие срочной публикации. Будучи частью "Сообщений ОИЯИ", статьи, вошедшие в сборник, имеют, как и другие издания ОИЯИ, статус официальных публикаций.

Сборник "Краткие сообщения ОИЯИ" будет выходить регулярно.

The Joint Institute for Nuclear Research begins publishing a collection of papers entitled *JINR Rapid Communications* which is a section of the JINR Communications and is intended for the accelerated publication of important results on the following subjects:

Physics of elementary particles and atomic nuclei.  
Theoretical physics.  
Experimental techniques and methods.  
Accelerators.  
Cryogenics.  
Computing mathematics and methods.  
Solid state physics. Liquids.  
Theory of condensed matter.  
Applied researches.

Being a part of the JINR Communications, the articles of new collection like all other publications of the Joint Institute for Nuclear Research have the status of official publications.

*JINR Rapid Communications* will be issued regularly.



Рукопись поступила в издательский отдел  
4 октября 1985 года.

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Барабаш И.П. и др.

P10-85-713

Автономная измерительно-вычислительная система для корреляционного анализа УХН

Для корреляционного анализа УХН в ЛНФ ОИЯИ создана автоматизированная измерительно-вычислительная система на базе микропроцессорного кейт-контроллера КАМАК. В систему входят временной кодировщик на 512 каналов с кодировщиком номера детектора на 8 входов и временной кодировщик на 4096 каналов. Оба временных кодировщика имеют генератор псевдослучайной функции для осуществления режима корреляционного анализа. Накопление информации производится либо во внешнее запоминающее устройство по каналу прямого доступа, либо по магистрали КАМАК в запоминающее устройство кейт-контроллера. Описывается программное обеспечение работы системы в режимах накопления и предварительной обработки экспериментальной информации, а также обработки первичных спектров в соответствии с корреляционной функцией.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Barabash I.P. et al.

P10-85-713

An Automatic Measuring-Computational System for the Correlation Analysis of Ultracold Neutrons

An automatic measuring-computational system for the correlation analysis of ultracold neutrons (UCN) based on a CAMAC microprocessor crate controller has been constructed in the Laboratory of Neutron Physics, JINR. The system has 512 channel time encoder, with a 8 input number detector encoder, and a 4096 channel time encoder. Both time encoders have generators of pseudofunction carrying out correlation analysis. The experimental data acquisition is performed via a direct memory access or dataway CAMAC random access memory. The system software provides for the acquisition and preliminary processing of experimental data as well as processing of primary spectra in accordance with the correlation function.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985