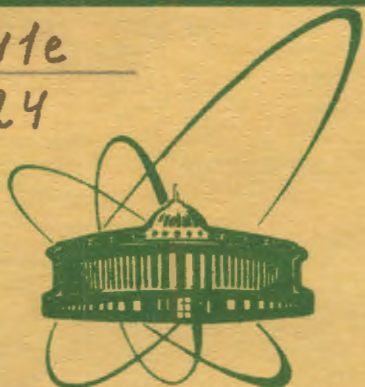


Ц 841e  
Б-24



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

3951/2-79

1/10-79  
11 - 12423

И.П.Барабаш, Е.Ю.Губарев, О.И.Елизаров, К.Киссиг,  
В.Е.Новожилов, Ю.Н.Покотиловский, В.Д.Шибяев

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА  
КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА УХН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОНТРОЛЛЕРА КАМАК

1979

11 - 12423

И.П.Барабаш, Е.Ю.Губарев, О.И.Елизаров, К.Киссиг,  
В.Е.Новожилов, Ю.Н.Покотиловский, В.Д.Шibaев

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА  
КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА УХН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МИКРОПРОЦЕССОРНОГО КОНТРОЛЛЕРА КАМАК

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Автономная система корреляционного анализа УХН  
с использованием микропроцессорного контроллера КАМАК

Описывается выполненная в стандарте КАМАК автономная система для накопления и обработки спектрометрической информации при корреляционной спектроскопии УХН. Управление работой системы производится с помощью контроллера крейта, выполненного на базе микропроцессора K5801K80. Программа работы системы хранится в перепрограммируемом постоянном запоминающем устройстве /ППЗУ/ и занимает 1042 байта, из них 380 байтов отводится для подпрограммы вычисления корреляционной функции. С целью синхронизации модуляции пучка нейтронов с каналами временного кодировщика /ВК/ разработан ВК с изменяемой шириной канала. Число каналов ВК - 127. Минимальное рассогласование между стартовым сигналом и окончанием 127 временного канала, вызывающее изменение ширины канала на 1 мкс, равно 127 мкс, что при выбранной средней ширине канала 1024 мкс составит менее 0,1% от ширины канала. Регистрация детекторных импульсов производится только в том случае, если рассогласование не превышает 127 мкс. Приводятся результаты комплексной проверки системы.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1979

Barabash I.P. et al.

11 - 12423

Autonomous System for Correlation Analysis of UCN Using  
a CAMAC Microprocessor Controller

Autonomous CAMAC system for acquisition and handling of information obtained in the correlation spectroscopy of UCN is described. The control of the system is performed by the crate controller based on the K5801K80 microprocessor. The operation program is stored in a reprogrammable read only memory (REPROM) and occupies 1024 bites, 380 of which are intended to correlating function calculation subroutine. For synchronization of the neutron beam modulation with channels of the time coder (TC) a coder is performed with a variable channel width. TC has 127 channels. The minimum difference between the start signal and the end of the 127 time channel, leading to channel width change of 1 mks, is equal to 127 mks. This value is less than 0.1% of the channel width at the 1024 mks operating channel width. Recording of detector pulses is performed only if this difference is less than 127 mks. Results of total system testing are presented.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В последние годы техника корреляционной спектроскопии в нейтронной физике распространилась довольно широко. Суть метода, его достоинства и недостатки подробно обсуждены в литературе <sup>1,2</sup>. Отметим лишь, что в области ультрахолодных нейтронов /УХН/, где мы имеем сравнительно низкий поток нейтронов, большая светосила и возможность сильного подавления некоррелированного фона являются главными преимуществами корреляционного метода.

В настоящей работе описана выполненная в стандарте КАМАК аппаратура для накопления и обработки спектрометрической информации при корреляционной спектроскопии УХН /блок-схема приведена на рис. 1/.

Падающий поток нейтронов прерывается статистическим прерывателем /СП/, который представляет собой вращающийся диск со "случайно" расположенными окнами для проходящих нейтронов. Случайная функция модуляции пучка в этом методе обычно строится на основе псевдослучайной бинарной последовательности чисел  $Z_k = 0, 1; k = 1, 2 \dots N$ , с периодом  $N = 2^n - 1$ . В нашем спектрометре  $N = 127$ .

Регистрирующая часть спектрометра состоит из трех блоков: временного кодировщика /ВК/, блока управления /БУ/ и запоминающего устройства /ЗУ/. Стартовый импульс /СИ/ для ВК задается меткой с вращающегося диска. Регистрация осуществляется в обычном многосчетчиковом режиме. ВК выдает в ЗУ адресный код /АК/ и каналную серию /КС/ в БУ, который производит накопление детекторных импульсов /ДИ/ попеременно на двух счетчиках с максимальной емкостью  $2^4 - 1$ . Также попеременно содержание этих счетчиков суммируется с содержанием ячеек ЗУ, соответствующих заданным из ВК адресным

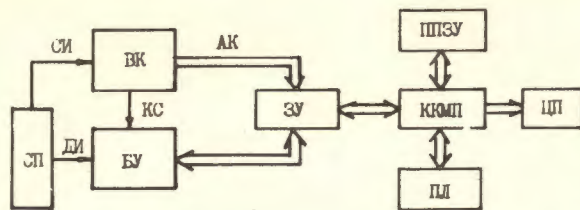


Рис.1. Блок-схема автономной системы корреляционного анализа УХН.

кодам. В качестве ЗУ используется половина полупроводниковой памяти на 256 16-разрядных чисел<sup>3/</sup>. Вторая половина этой памяти используется для записи результатов обработки.

Обработка накопленной информации производится с помощью контроллера крейта на базе микропроцессора /ККМП/. От описанного ранее<sup>4/</sup> используемый ККМП отличается некоторыми особенностями:

1. Блок выполнен на базе микропроцессора К580ИК80<sup>5/</sup>.
2. Плата канала прямого доступа к памяти выделена в отдельный модуль и работает совместно с ККМП. Связь с ККМП осуществляется через разъем, расположенный на задней панели.
3. На передней панели отсутствуют переключатели для набора адреса или данных, а также индикационные лампочки адреса и данных.

Алгоритм работы представлен на рис. 2. Подпрограмма вычисляет корреляционную функцию между псевдослучайной двоичной серией, регулирующей модуляцию пучка нейтронов, и интенсивностью на детекторе. Эта подпрограмма вычисления корреляционной функции занимает 380 байтов перепрограммируемого постоянного запоминающего устройства /ППЗУ/.

Вычисление производится по следующей формуле:

$$R_k = \sum_{j=1}^n x_j m_{j+k}$$

где  $n$  - число каналов;  $k$  - номер канала в результирующем спектре;  $j$  - номер канала в первичном спектре;  $m_j$  - значение  $j$ -го канала первичного спектра;  $x_j = \pm 1$  в соответствии с номером элементарного интервала псевдослучайной последовательности.

Первичный временной спектр и результаты обработки выдаются с помощью соответствующих интерфейсных блоков на цифropечать /ЦП/ или перфоленту /ПЛ/. После окончания вычис-

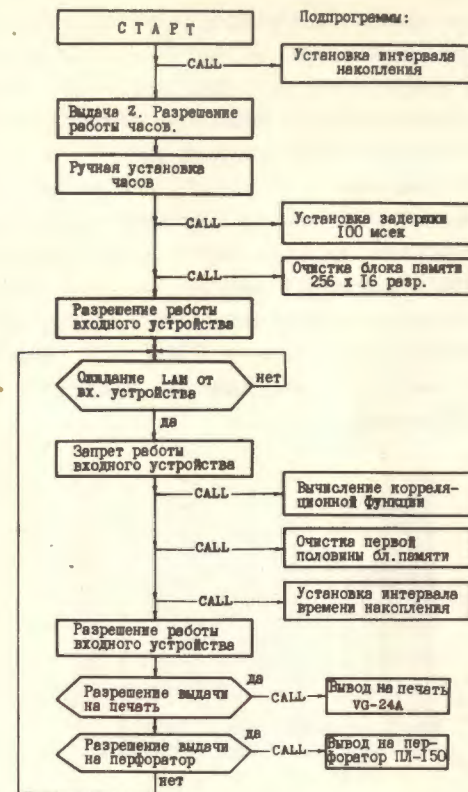


Рис.2. Алгоритм работы программы вычисления корреляционной функции.

лений содержание ЗУ сбрасывается и снова производится набор очередного первичного временного спектра.

Полная программа работы системы занимает  $1042_{10}$  байта и хранится в ППЗУ.

Обычно в спектрометрах такого типа синхронизация модуляции пучка с каналами ВК достигается жестким регулированием скорости вращения прерывателя в соответствии с частотой задающего кварцевого генератора ВК<sup>1/</sup>. В описываемой системе вращение прерывателя происходит внутри вакуумного кожуха /из-за высоких сечений рассеяния и поглощения сверхмедленных нейтронов они транспортируются по вакуумным нейтроново-

дам/, и передача вращения от редуктора к прерывателю производится с помощью магнитной муфты /т.е. нет жесткой связи между мотором и прерывателем/. Поэтому здесь не осуществляется регулирование скорости вращения прерывателя, а, напротив, производится подстройка ширины канала ВК по длительности периода прерывания. С этой целью был разработан специальный временной кодировщик с изменяемой шириной канала /рис. 3/. Он состоит из задающего кварцевого генератора /КГ/, делителя /Д/, регистра ширины канала /РШК/, схемы сравнения /СС/, адресного счетчика /АС/ и устройства управления /УУ/. Делитель /Д/ вместе с РШК и СС образует управляемый делитель частоты, на выходе которого образуются импульсы канальной серии.

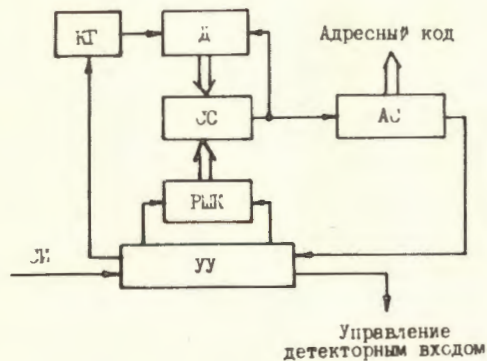


Рис.3. Блок-схема временного кодировщика.

В нашей системе выбрано  $N=127$ , поэтому между двумя стартовыми сигналами /СИ/ должно уложиться ровно 127 каналов. Изменение периода СИ влечет за собой изменение ширины канала, а для этого в конце каждого цикла производится сравнение момента прихода СИ и импульса "Окончание 127 канала". Устройство управления измеряет величину рассогласования и его направление и изменяет на соответствующее значение содержание РШК, в качестве которого используется реверсивный счетчик. Минимальное рассогласование, вызывающее изменение РШК на 1, равно  $127 \text{ мкс}$  /при частоте КГ 1 МГц/, что при выбранной средней ширине канала в  $1024 \text{ мкс}$  составит менее 0,1%. Регистрация детекторных импульсов производится только в том случае, если рассогласование не превышает  $127 \text{ мкс}$ .

Для комплексной проверки системы /без механических узлов/ был изготовлен блок проверки, имитирующий работу статистического прерывателя. Он включает в себя генератор псевдослучайной последовательности <sup>1/</sup>, выполненный на 7-разрядном сдвигающем регистре, тактовыми сигналами которого служат канальные импульсы временного кодировщика, а стартовый импульс производит сброс в исходное состояние. Выходной сигнал генератора псевдослучайной последовательности модулирует поступающие на вход системы детекторные импульсы.

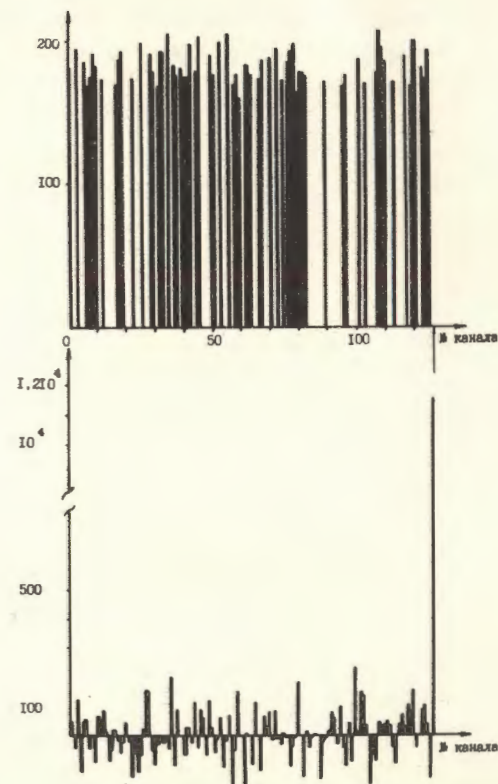


Рис.4. Первичный спектр /вверху/ и результат вычисления корреляционной функции /внизу/.

Правильность работы системы проверялась в двух режимах. Во-первых, работа программы вычисления корреляционной функции проверялась при заполнении ЗУ строго в соответствии с псевдослучайной последовательностью, т.е. когда в каждом разрешенном элементарном интервале временного спектра содержалось равное число импульсов.

Во-вторых, система испытывалась при имитации регистрации статистически распределенных нейтронов с бесконечной скоростью.

На рис. 4 представлены результаты проверки работы системы в этом режиме. Частота стартовых импульсов равнялась 100 имп/с, время набора спектра - 10 мин, на вход в качестве детекторного импульса поступали статистически распределенные импульсы со средней частотой 40 имп/с. На верхней части рисунка показан первичный спектр, внизу дан результат вычисления корреляционной функции.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Г.П.Жукова за поддержку и ряд ценных советов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цитович А.П. ПТЭ, 1976, № 1, с. 7.
2. Кроо Н., Чер Л. ЭЧАЯ, 1977, 8, № 6, с. 1412.
3. Киссиг К. ОИЯИ, 11-11379, Дубна, 1978.
4. Васенков А.А. Электронная промышленность. 1978, № 5, с. 7.
5. Елизаров О.И., Жуков Г.П., Ким Ен Нам. Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-11182, Дубна, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 апреля 1979 года.