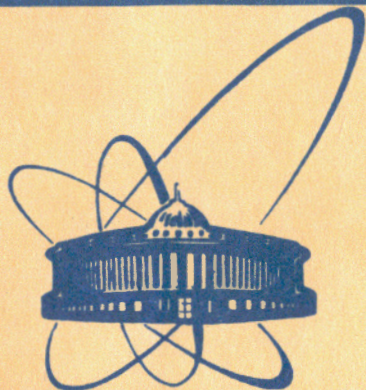


84-386



**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна**

13-84-386

А.А.Богдзель, В.Г.Тишин, Фо Дык Тоан

**БЛОКИ БЫСТРОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ  
И ЦИФРОВОГО ОТБОРА  
В СПЕКТРОМЕТРАХ  
ЛАБОРАТОРИИ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ ОИЯИ**

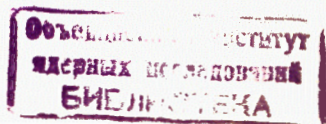
**1984**

В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ в течение последних лет идет интенсивное развитие электронной спектрометрической аппаратуры, которой оснащаются экспериментальные физические установки на нейтронных пучках реакторов ИБР-30 и ИБР-2.

Развитие самих экспериментальных установок идет по пути увеличения количества детекторов, числа одновременно измеряемых параметров, регистрируемых данных, усложнения логики отбора полезных событий, улучшения характеристик используемых электронных устройств. Характерным примером значительного усложнения постановки эксперимента и соответственно экспериментальной установки является многодетекторный спектрометр для исследования эмиссии нейтронов и гамма-квантов из реакции деления тяжелых ядер на нейтронном пучке реактора ИБР-30<sup>1/</sup>. Естественно, что качество экспериментальных данных непосредственно зависит от качества получаемой спектрометрической информации. В данном спектрометре для решения этой задачи к основным детектирующим устройствам - камере деления, двум Ge(Li)-детекторам, нейтронному детектору - добавлены антикомптоновский сцинтилляционный детектор на большом пластическом сцинтилляторе и кристаллах NaJ(Ta), а также электронные устройства: дискриминаторы по времени нарастания сигналов от Ge(Li)-детекторов, дискриминатор по форме импульсов, осуществляющий разделение сигналов от нейтронов и гамма-квантов. Развитие этих устройств потребовало создания блоков быстрой электроники: быстрых спектрометрических усилителей, быстрых дискриминаторов с фиксированным и следящим порогом, с временной привязкой типа "constant fraction timing", быстрых интегральных дискриминаторов, быстрой логики отбора, мажоритарной схемы совпадения.

Создание этих блоков диктовалось также задачами оснащения электронной аппаратуры спектрометров, используемых для других экспериментальных исследований в ЛНФ: спектрометра по изучению реакций ( $n, \alpha$ ) с двенадцатиканальной ионизационной камерой<sup>2/</sup>, спектрометра для корреляционных измерений кинетических энергий и масс осколков деления на резонансных нейтронах<sup>3/</sup>, многодетекторной установки для исследования множественности излучения гамма-квантов в реакциях с тяжелыми ядрами на реакторе ИБР-30 и других установок.

Данные экспериментальные установки являются многодетекторными. В связи с этим, кроме обеспечения требуемых условий отбора в быстрых трактах, необходима также аппаратура организации цифрового отбора и регистрации данных с учетом одновременной фиксации многих параметров на один акт ядерного взаимодействия,





3. Быстрый интегральный дискриминатор, принципиальная схема которого приведена на рис.3, предназначается для амплитудной дискриминации сигналов от различных типов детекторов излучения. Минимальная длительность выходного сигнала - 10 нс. Порог дискриминации регулируемый: от 10 мВ до 5 В, полярность входного сигнала отрицательная. Дискриминатор выполнен на интегральных схемах серии ЭСЛ и туннельном диоде<sup>17</sup>. В блоке КАМАК единичной ширины размещается четыре таких дискриминатора.

4. Устройство кодирования кратности совпадений осуществляет преобразование числа совпадающих сигналов от отдельных секций многосекционного детектора или многодетекторного спектрометра в двоичный код. На рис.4 приводится упрощенная функциональная схема на четыре входа, поясняющая работу устройства. Основным элементом схемы является сдвигающий регистр. Входные сигналы поступают на установочные входы сдвигающего регистра из Д-триггеров. После установки триггеров в соответствующие состояния от входных сигналов /по входам 1,2 и 4/ на входы С ("clock") подается серия из четырех импульсов. Выход "Q" триггера со входом 1 управляет клапаном И1. На вход двоичного счетчика кратности в этом случае пройдут три импульса серии. На выходах счетчика кратности получается двоичный код кратности "3".

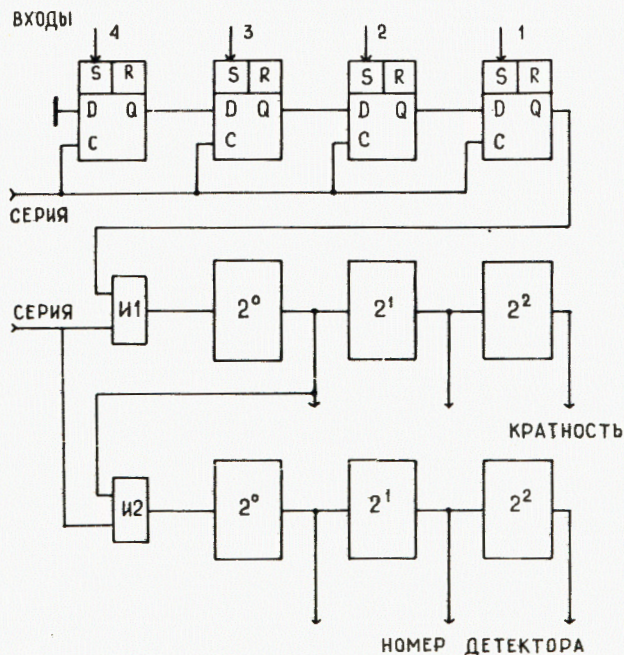


Рис. 4

Если на вход устройства приходит сигнал только от одного детектора /например, по входу 3/, то через клапан И1 на вход Т1 пройдет только один импульс серии. Т1 устанавливается в состояние "1", на выходе "Q" этого триггера состояние "1" держится до прихода третьего импульса серии. Таким образом, через клапан И2, управляемый от Т1, на вход двоичного счетчика номера входа /детектора/ пройдут три импульса серии, и на выходе счетчика установится двоичный код "3".

Разработанное устройство кодирования кратности совпадений на 16 входов выполнено в стандарте КАМАК. Частота серии опроса сдвигающего регистра - 10 МГц, при этом время кодирования равно 1,6 мкс. При кодировании номера детектора выставляется дополнительный признак. Устройство имеет два режима работы: через магистраль КАМАК и автономный - для подключения к автономному запоминающему устройству.

5. Спецконтроллер для организации режима многопараметрового анализа осуществляет управление через магистраль КАМАК крейта кодирующими устройствами, расположенными в этом крейте и формирующими цифровые коды нескольких одновременно регистрируемых сигналов. Спецконтроллер /СК/ связан по каналу прямого доступа с запоминающим устройством /ЗУ/ и организует режим накопления многомерных спектров автономно, без участия ЭВМ. На рис.5 приведена упрощенная функциональная схема СК для четырех кодирующих устройств. СК занимает в крейте два крайних правых места, куда выведены индивидуальные шины станций N и L. Входные кодирующие устройства устанавливаются в крейте на заранее отведенные места, которые определены в СК. Считывание информации осуществляется

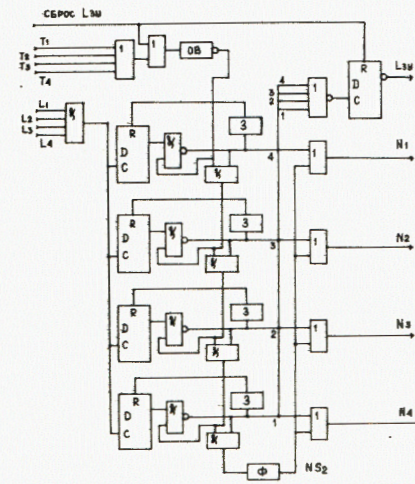


Рис. 5

последовательно по командам FO /или F2/, формируемым в СК. Длительность одного цикла считывания определяется временем цикла работы ЗУ /1 ÷ 2 мкс/. Возможные режимы измерений - одномерный и многомерный. При многомерном режиме в ЗУ накапливается несортированная информация в виде последовательности кодов, записанных в ячейки ЗУ до его полного заполнения. После заполнения ЗУ выставляет сигнал L на шину КАМАК. ЭВМ через канал контроллера крейта КАМАК переписывает эту информацию на свои запоминающие устройства /диск или магнитную ленту/, "обнуляет" содержимое ячеек ЗУ и переключает ЗУ в режим прямого

доступа от СК. В случае отсутствия сигнала L хотя бы одного из кодирующих устройств запись в ЗУ не происходит. В кодирующих устройствах по команде FOS2 сбрасываются триггеры L и "обнуляются" адресные регистры.

#### 6. Многодетекторная установка для исследования множественности излучения гамма-квантов в реакциях с тяжелыми ядрами

На современном этапе развития науки о ядре существенное значение приобретают исследования процессов множественности рождения частиц или квантов в одном акте ядерного взаимодействия. Ряд экспериментальных работ посвящен изучению множественности излучения гамма-квантов в реакциях нейтронов с тяжелыми ядрами<sup>/8/</sup>. Такой эксперимент проводится на нейтронном пучке реактора ИБР-30 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ с использованием многодетекторной установки, описание которой приводится ниже. Блок-схема детекторной части установки показана на рис.6. Гамма-кванты из реакции деления и захвата регистрируются большим жидкостным сцинтилляционным детектором объемом 500 л, разделенным на восемь секций, которые просматриваются фотоумножителями. Сигналы с фотоумножителей усиливаются быстрыми усилителями и формируются быстрыми интегральными дискриминаторами. С выходов дискриминаторов сигналы длительностью до 100 нс подаются на входы устройства кодирования кратности совпадений. Это устройство преобразует число одновременно приходящих на его входы сигналов в двоичный четырехразрядный код, который по четырем коаксиальным кабелям передается в измерительный центр. На рис.7 приведена блок-схема конфигурации кодирующей и накопительной части измерительного модуля, выполненного на базе малой ЭВМ типа СМ-3 /или микроЭВМ типа МЕРА-60/30/<sup>/3/</sup>. Входные сигналы, несущие информацию о кратности зарегистрированных в совпадении гамма-квантов, в виде четырехразрядного параллельного двоичного кода подаются на входной регистр, размещенный в автономном крейте КАМАК. В этом же крейте размещаются временной кодировщик типа ВК-5<sup>/3/</sup> и специальный контроллер, описание которого приведено выше, организующий режим многопараметрового анализа с использованием буферного запоминающего устройства, расположенного в программном крейте. Как отмечалось выше, СК позволяет организовать два режима накопления в ЗУ. Если емкость ЗУ /его адресное поле/ и размерность временного кода + кода кратности совпадений одинаковы, то используется режим накопления сортированной информации, т.е. в ЗУ накапливаются временные спектры в группах, определяемых кодом кратности совпадений, например, при емкости ЗУ 32 К в ЗУ одновременно записываются временной спектр 4096 каналов с распределением по 8 группам кодов кратности совпадений. Если же требуемая экспериментом размерность регистрируемых спектров больше емкости ЗУ, или необходима также регистрация еще каких-либо параметров, например, амплитудного распределения осколков деления, то через СК производится накопление

Рис. 6

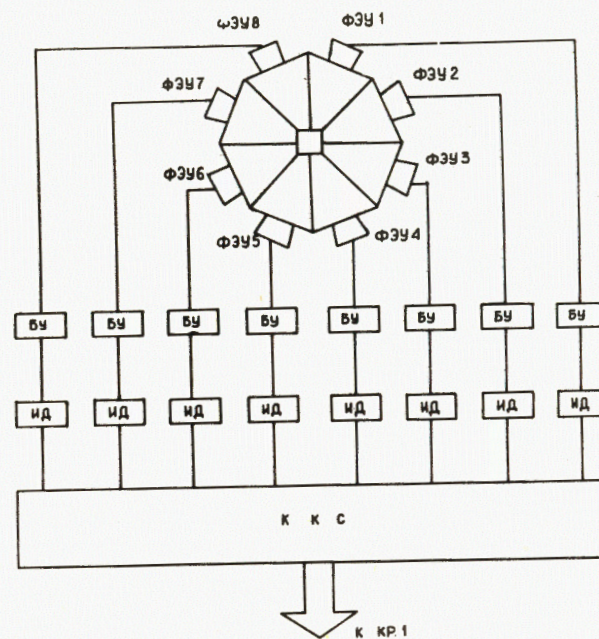
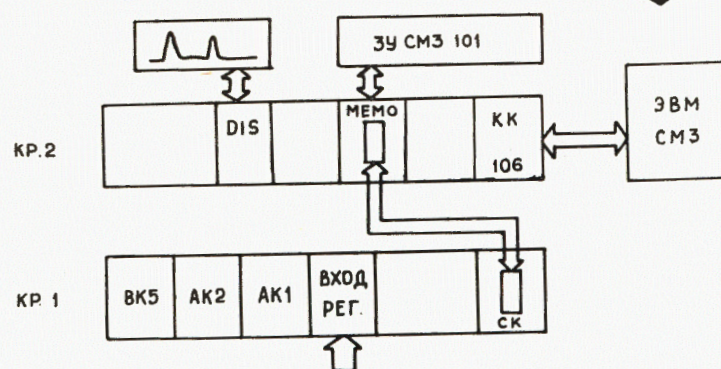


Рис. 7



в ЗУ несортированной информации в виде последовательности кодов регистрируемых параметров события до заполнения ЗУ и переписи этой информации в запоминающие устройства ЭВМ для последующей ее обработки и сортировки. Для измерения амплитудного распределения осколков деления используются АЦП /АК1, АК2/<sup>/9/</sup>. Разработанная многодетекторная установка успешно используется в экспериментах по исследованию множественности излучения гамма-квантов в реакциях с тяжелыми ядрами на нейтронном пучке реактора ИБР-30.

ЛИТЕРАТУРА

- ✓1. Богдзель А.А. и др. ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984.
- ✓2. Антонов А. и др. ОИЯИ, Р13-12146; Дубна, 1979.
- ✓3. Бакалов Т. и др. ОИЯИ, 10-82-522, Дубна, 1982.
4. Мелешко Е.А., Морозов А.Г. ПТЭ, 1977, №1, с. 141.
5. Maier M.R. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1970, 87, p. 13.
6. Akimov Yu. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1972, 104, p. 581.
7. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, Р13-8705, Дубна, 1975.
8. Адамчук Ю.В. и др. В кн.: Нейтронная физика. Материалы 4-й Всесоюзной конференции по нейтронной физике. Киев, 18-22 апреля 1977 г. М., ЦНИИатоминформ, 1977, ч. 3, с. 113.
9. Богдзель А.А. и др. ОИЯИ, 13-84-145, Дубна, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 июня 1984 года.

Богдзель А.А., Тишин В.Г., Фо Дык Тоан 13-84-386  
Блоки быстрой электроники и цифрового отбора в спектрометрах  
Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ

Описываются блоки быстрой электроники и цифрового отбора, используемые в спектрометрах ЛНФ ОИЯИ: быстрый усилитель, два типа дискриминаторов, устройство кодирования кратности совпадений, специальный контроллер, организующий режим многомерного анализа с автономным запоминающим устройством. Приводятся краткое описание, технические характеристики, принципиальные схемы блоков, а также описание многодетекторной установки для исследования множественности излучения гамма-квантов, в которой используются эти блоки.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Bogdzel A.A., Tishin V.G., Pho Duc Toan 13-84-386  
Fast Electronics and Digital Selection Units in the Laboratory  
of Neutron Physics Spectrometers

Fast amplifier, two types of fast discriminators, majority digital converter, specialised crate controller for multiparameter analysis with external buffer memory are described. The technical characteristics, electrical circuits of the units are presented. The multidetector system for  $\gamma$ -rays multiplicity measurements are also described.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984