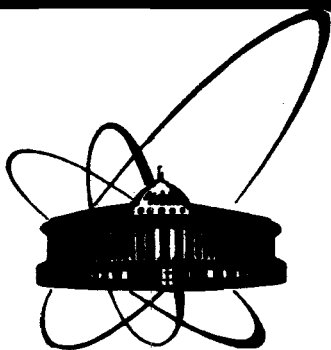


86-588



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P13-86-588

В.И.Смирнов

**ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ
РЕДКИХ ЯДЕРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ
ПО МНОЖЕСТВЕННЫМ НЕЙТРОННЫМ СОБЫТИЯМ**

1986

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа посвящена описанию электронной системы детектора нейтронов с пропорциональными ^3He -счетчиками, используемой с 1983 г. в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ в помещении с пассивной бетонной защитой, соответствующей 15 м водного эквивалента /в.э./, для регистрации редких событий спонтанного деления.

Регистрация событий спонтанного деления в природных образцах за последние 15 лет привлекала внимание в связи с задачей поиска сверхтяжелых элементов /СТЭ/, наибольшая чувствительность регистрации которых достигается по актам множественного испускания нейтронов^{/1/}.

Ранее для поисков СТЭ использовались установки, которые работали в условиях действующей соляной шахты на глубине 1100 м в.э. В этих установках отсутствовала возможность автоматической обработки результатов поиска. Съем информации производился с ленты самописца, поэтому число регистрируемых параметров события деления было невелико^{/2/}, применявшиеся же системы кодирования позиций счетчиков не позволяли значительно увеличивать количество ^3He -счетчиков в детекторе нейтронов^{/3/}.

Проведение массовых измерений природных образцов в условиях ядерно-физической лаборатории требует создания активной системы защиты от космического излучения, способной отделять редкие акты спонтанного деления в образце от фона, вызванного взаимодействиями мюонов^{/4/}. Увеличение количества ^3He -счетчиков в детекторе дает дополнительные возможности подавления фона, связанного с вторичными нейтронами, образующимися в бетоне, окружающем установку. В этом случае внешний ряд ^3He -счетчиков в детекторе нейтронов служит для регистрации этих нейтронов. Развитие исследований редких ядерных превращений /увеличение объема образцов при поиске СТЭ; исследование характеристик спонтанного деления трансфермиевых ядер; разработка новых способов поиска радиоактивного распада тяжелых ядер, обусловленного несохранением барионного числа/ требует создания детекторов, содержащих ≥ 1000 ^3He -счетчиков^{/5-7/}. Все это стимулировало создание нового регистратора нейтронов, способного работать с сотнями ^3He -счетчиков и допускающего дальнейшее увеличение их числа.

Детектор нейтронов, принцип работы которого описан в^{/8/}, имеет модульную структуру и представляет собой сборку из 90 шестигранных полиэтиленовых блоков. Для исключения взаимного влияния в каждом блоке помещается один ^3He -счетчик с предуси-

лителем и RC-фильтром высокого напряжения. В центральной части сборки имеется полость, куда помещается образец. В зависимости от условий эксперимента используются два способа регистрации событий деления ядра - два варианта работы детектора нейтронов. В первом из этих способов признаком деления является регистрация двух или более нейтронов ^3He -счетчиками в интервале времени $\sim 100-250$ мкс/, которое характерно для данной сборки и определяется временем замедления, диффузии и поглощения термализованных нейтронов. Во втором способе регистрация проводится после появления стартового сигнала, в качестве которого используются сигнал совпадения двух или более γ -квантов деления^{9/}, или сигналы от детекторов осколков деления^{2,8/}. В обоих случаях нейтронный детектор применяется для определения множественности нейтронов. При первом варианте работы детектора регистрация множественных нейтронов служит единственным признаком спонтанного деления. В качестве стартового сигнала в этом варианте используется импульс от первого зарегистрированного нейтрона. Этот режим работы применяется для регистрации редких событий спонтанного деления в массивных образцах.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩЕЙ ОТБОР СОБЫТИЙ РЕДКИХ АКТОВ СПОНТАННОГО ДЕЛЕНИЯ

Регистрация редких событий спонтанного деления при пассивной защите всего в 15 м в.э. накладывает на электронную систему повышенные требования. Основные из них - это снижение аппаратного фона установки и фона, связанного с космическим излучением, что может быть достигнуто путем увеличения числа регистрируемых параметров события деления. Полная конфигурация этой системы приведена на рис.1.

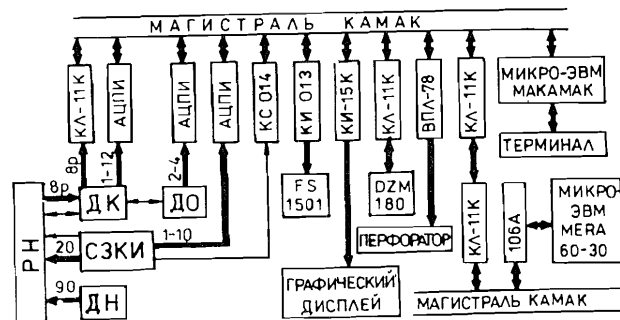


Рис.1. Структурная схема электронной установки, осуществляющей отбор редких событий спонтанного деления.

Для повышения надежности результатов отбора событий спонтанного деления регистратор нейтронов /РН/ позволяет кроме определения множественности события, т.е. числа зарегистрированных нейтронов в заданном интервале времени, определять номера сработавших ^3He -счетчиков, амплитуды сигналов, астрономическое время регистрации события, время регистрации каждого нейтрона относительно стартового сигнала и последовательность срабатывания ^3He -счетчиков.

Аппаратурный фон существенно снижается конструктивными особенностями детектора нейтронов /ДН/, а именно: модульной структурой; расположением предусилителя непосредственно у ^3He -счетчика; экранированием; фильтрацией сети, питающей предусилитель, и сети высокого напряжения, подводимого к ^3He -счетчику; наличием тракта фиксации помех, возникающих в питающей сети; организацией единой потенциальной и асинхронной работы всех узлов установки.

Методы снижения фона нейтронного детектора, связанного с мюнами космического излучения и вторичными нейтронами, подробно описаны в^{4/}. Активная система защиты от космического излучения /СЗКИ/ включает в себя 10 пластических сцинтилляторов, 70 фотоэлектронных умножителей и соответствующие электронные схемы /см. рис.2/. В отличие от детектора активной защиты^{10/} в СЗКИ кроме определения энерговыделения в каждом сцинтилляторе предусмотрена возможность фиксировать позиции сработавших сцинтилляторов, т.е. оценивать траекторию пролета космического мюона. Номера позиций сработавших пластических сцинтилляторов поступают во входные блоки РН. Для исключения искажений множественности регистрируемых событий электронная схема позволяет определять состояние активной защиты в некотором временном интервале до момента появления множественных нейтронов спонтанного деления.

С целью повышения избирательности регистратора спонтанного деления /ДК/ в систему включен детектор γ -квантов спонтанного деления /ДН/. Регистрация совпадений γ -квантов и нейтронов повышает надежность и эффективность отбора событий спонтанного деления при поисках СТЭ^{9/}.

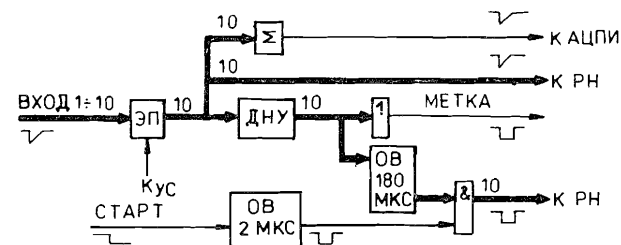


Рис.2. Функциональная схема электронной части активной системы защиты от космического излучения.

Включение в электронную систему детектора осколков деления /ДО/ позволяет получать полную информацию о процессе деления. Дополнительные устройства: перфоратор, графический дисплей и т.д. подключаются к ЭВМ через соответствующие интерфейсы/11-14/

РЕГИСТРАТОР НЕЙТРОНОВ

На рис.3 представлена структурная схема регистратора нейтронов спонтанного деления. Наличие большого количества усилительных трактов в детекторе нейтронов и требование обеспечения повышенной надежности работы регистратора нейтронов вызывают необходимость использования магистрали крейта регистратора в режиме считывания в стандарте КОМПЕКС-КАМАК с адресацией логическим способом/15/.

Сигналы от предусилителей ^3He -счетчиков поступают во входные блоки АА-11К, имеющие по 8 усилительных трактов со схемами отбора по амплитуде и коммутатором выдачи порядковых номеров, вызывающих последовательность срабатывания усилительных трактов через магистраль крейта.

Таймер КТ-11К на 256 мкс измеряет время поступления сигнала от каждого нейтрона, испущенного за один акт спонтанного деления, начиная с момента появления стартового сигнала с точностью 1 мкс. Время детектирования нейтрона ^3He -счетчиком измеряется таймером только для 8 первых нейтронов. Для остальных нейтронов спонтанного деления в одном событии измеряется их количество и определяются позиции сработавших ^3He -счетчиков. Интервал времени в 256 мкс может быть выбран оптимальным в зависимости от времени жизни нейтронов в замедлителе, например, уменьшен до 128 мкс и т.д.

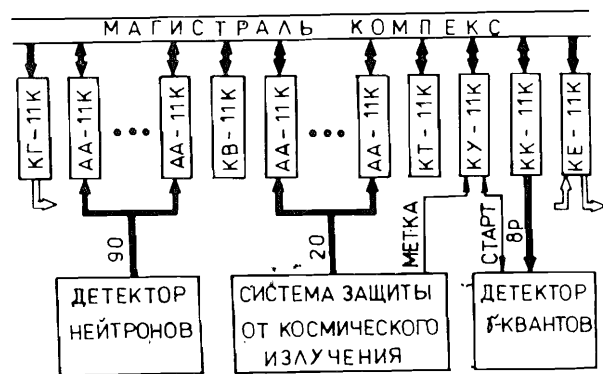


Рис.3. Структурная схема регистратора множественного испускания нейтронов.

Блок измерения астрономического и "живого" времени КВ-11К служит для отметки момента множественного испускания нейтронов с точностью 1 мин.

Блок управления КУ-11К позволяет осуществлять как "внутренний", так и "внешний" старты. В зависимости от условий эксперимента минимальное число нейтронов, регистрация которых служит признаком спонтанного деления, задается на передней панели блока управления. При внутреннем старте запуск регистратора нейтронов производится срабатыванием любого ^3He -счетчика. При внешнем старте запуск регистратора производится как γ -квантами, так и осколками деления. В блоке КУ-11К имеются также тракты фиксации помех, запускаемые помехами в питающей сети и срабатыванием СЗКИ.

Крейт-контроллер КК-11К производит последовательное считывание информации, поступающей со всех блоков регистратора нейтронов, и передает ее через выходной разъем, расположенный на передней панели блока, во входной регистр КЛ-11К/11/ для накопления в микро-ЭВМ МАКАМАК/16/. Анализ накопленных экспериментальных данных может производиться как на микро-ЭВМ МАКАМАК, так и на микро-ЭВМ МЕРА 60-30 с помощью межкрейтной связи/11/, тем самым значительно расширяются возможности системы. Передача данных из регистратора нейтронов сопровождается двумя управляющими потенциалами: "Слово готово" /СГ/ и "Слово принято" /СП/. Логика взаимодействия управляющих потенциалов является асинхронной, потенциальной и односторонней, т.е. является вариантом так называемого режима HAND-SHAKE.

Кроме основных, на рис.3 показаны вспомогательные блоки: модуль индикации КЕ-11К, позволяющий вручную или автоматически с помощью внутреннего генератора считывать информацию, поступающую из регистратора нейтронов, и имитатор нейтронов КГ-11К, генерирующий пачки аналоговых сигналов по 8 выходам, сдвинутых во времени. Эти блоки облегчают настройку электронной системы и контроль ее работоспособности. В описываемой системе предусмотрена возможность расширения магистрали крейта регистратора нейтронов с помощью блоков-расширителей магистрали, позволяющих подключить несколько крейтов к одному крейт-контроллеру.

Регистратор нейтронов работает в трех режимах: режиме ожидания события спонтанного деления, режиме измерения множественности нейтронов в одном акте спонтанного деления и режиме считывания поступившей информации о событии деления в исследуемом образце.

В режиме ожидания установка находится в исходном состоянии. В режиме измерения числа нейтронов после появления стартового потенциала магистраль КОМПЕКС-КАМАК регистратора нейтронов блокируется на 256 мкс таймером с помощью сигнала "BUSY"(В). В это время на шинах

ER7-10 присутствует порядковый номер сработавшего усилительного тракта, который заносится в регистр, соответствующий сработавшему ^3He -счетчику во входном блоке АА-11К. Одновременно в таймере в 8-разрядный сдвиговый регистр

заносится время регистрации очередного нейтрона относительно стартового сигнала. По истечении интервала времени 256 мкс крейт-контроллер запускает циклы считывания КОМПЕКС. Адреса считываемых регистров задаются по шинам EW1-11 и сопровождаются командой считывания F(15) и сигналом В. Через некоторое время вырабатывается потенциал ES1. Модули, хранящие в своих регистрах данные о спонтанном делении, выставляют данные с адресуемых регистров по шинам ER1-6, сигналы Q, X, "BLOCK END" (BE) и затем потенциал ES2. Крейт-контроллер, получив потенциал ES2, считывает через магистраль КОМПЕКС-КАМАК эти данные и снимает потенциал ES1. Модули в ответ на снятие ES1 снимают потенциал ES2, а крейт-контроллер начинает выдачу считанного символа данных и добавляет "1" до получения нечетного числа единиц в считываемом байте с помощью 7-го разряда. После передачи данных по сигналу BE крейт-контроллер выдает адрес регистра или модуля, с которых были переданы данные. Если крейт-контроллер в ответ на ES1 не получает сигнала Q=1, то он снимает ES1 и добавляет "+1" в адрес на шинах EW. По окончании режима считывания во все модули поступает сигнал сброса в исходное состояние всей установки Z-1 /совпадение сигналов "Initialize" и "Inhibit"/.

ФОРМАТ СЛОВА, СЧИТЫВАЕМОГО ИЗ РЕГИСТРАТОРА НЕЙТРОНОВ

Число байтов информации, считываемых из регистратора нейтронов, определяется по формуле: $N = 34 + 3 \cdot n$, где n - кратность события деления /число нейтронов/.

Первые 3 байта /см. рис. 4/ - это данные, считываемые из блока КУ-11К по адресу EW = 1. Если в первом байте 1р = 1, то это означает, что был внутренний старт. 2р = 1 соответствует внешнему началу. Если одновременно 1р = 1 и 2р = 1, то значит, что за 10 мкс до появления внешнего старта был зарегистрирован, по крайней мере, один нейтрон. 3р = 1 означает, что во время изменения кратности события спонтанного деления была помеха в питающей сети. 4р = 1 означает, что в это же время сработала система защиты от мюонов космического излучения. 5р = 1 показывает, что защита в сети или срабатывание активной защиты произошли в интервале времени с момента старта и до 128 мкс после старта. 5р = 0 - то же самое произошло в интервале времени 128-256 мкс после старта. 6р = 1 означает, что помеха в сети или срабатывание СЗКИ произошло до старта. 6р = 0 означает, что то же самое произошло после старта.

Второй байт отражает положение тумблеров блока КУ-11К. В третьем байте содержится информация о числе зарегистрированных нейтронов со счетчика для быстрого распознавания множественности нейтронов, т.е. числа нейтронов, зарегистрированных в установленном интервале.

	8 р	7 р	6 р	5 р	4 р	3 р	2 р	1 р	
1	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	Положение тумблеров.
2	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
3	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Число нейтронов.
4	0	I	X	0	0	0	0	0	FW=1 /Блок КУ-11К/ Дес. час. !
5	0	0	0	0	0	0	0	I	
6	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Дес. час. !
7	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Ед. час. !
8	0	I/O	X	X	X	I/O	I/O	I/O	Дес. мин. ! Астроном.
9	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Ед. мин. ! время.
10	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Дес. час. !
11	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Ед. час. !
12	0	I/O	X	X	X	I/O	I/O	I/O	Дес. мин. ! Живое
13	0	I/O	X	X	I/O	I/O	I/O	I/O	Ед. мин. ! время.
14	0	I	X	0	0	0	0	0	EW=2 /Блок КУ-11К/ T2
15	0	0	0	0	0	0	I	0	
16	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T3
17	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
18	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T4
19	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
20	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T5
21	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
22	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T6
23	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
24	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T7
25	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
26	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T8
27	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
28	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	T9
29	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
30	0	I/O	X	X	X	X	I/O	I/O	EW=4 /Блок КТ-11К/ EW=номеру ³ He-счётч.
31	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
32	0	I	X	0	0	0	0	0	EW=номеру ³ He-счётч.
33	0	0	0	0	0	0	I	0	
34	0	I/O	X	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	EW=номеру ³ He-счётч.
35	0	I/O	X	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	
36	0	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	EW=номеру ³ He-счётч.
37	I	0	0	0	0	0	0	0	

Рис. 4. Формат слова, считываемого из крейт-контроллера регистратора нейтронов. X - не используемая бита /X=0/, 7р - дополнение до нечетного числа единиц в байте, 8р - конец слова.

С 6 по 13 байт выдается информация об астрономическом и живом времени регистрации момента множественного испускания нейтронов с 1 мин. до 99 ч, считываемой из модуля КУ-11К по адресу EW = 2.

В байтах с 16 по 31 содержится информация о времени регистрации каждого из первых 8 нейтронов с момента появления стартового сигнала с точностью 1 мкс в интервале времени 0-255 мкс, считываемой из модуля КТ-11К по адресу EW = 4.

Далее, начиная с 34 байта, следует информация о порядковых номерах сработавших ³He-счетчиков, и в 5р выдается информация о превышении верхнего уровня амплитудой сигнала с соответствующего ³He-счетчика. Адрес EW, по которому считывается эта инфор-

мация, соответствует номеру позиции сработавшего ^3He -счетчика. В последнем разделительном байте $8p = 1$, что означает конец слова.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ОТДЕЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ РЕГИСТРАТОРА НЕЙТРОНОВ

На рис.5 приведена функциональная схема входного блока регистратора нейтронов АА-11К. Аналоговый сигнал с предусилителя, зарегистрировавшего нейтрон ^3He -счетчика, поступает на вход инвертирующего усилителя с регулируемым коэффициентом усиления и далее на вход дифференциального дискриминатора /ДД/, который ставит в "1" триггер нижнего уровня /ТНУ/ и блокирует ДД по нижнему уровню. Через некоторую временную задержку, необходимую для срабатывания блокировки ДД по нижнему уровню, в "1" может установиться триггер верхнего уровня /ТВУ/, если сигнал с ^3He -счетчика превысит верхний уровень. Через временную задержку, равную времени нарастания входного сигнала, ДД заблокируется и по верхнему уровню. В момент срабатывания ТНУ в регистр заносится порядковый номер, присутствующий на шинах ER7-10, а по шине P5 в магистраль выдается продифференцированный в формирователе /Ф/ передний фронт ТНУ. По шине P4 через магистраль выдается потенциал старта, запускающий при "внутреннем" старте таймер регистратора нейтронов. Через 256 мкс все входы регистратора нейтронов блокируются потенциалом на шине P3.

Снятие потенциала "Старт" производится после считывания всей информации из регистратора нейтронов сигналом Z-1. В режиме считывания данных коммутатор управляется сигналами на шинах EW1-3 и в ответ на команду EW·F(15) в момент ES1 выдает на шины ER1-5 четырехразрядный порядковый номер и один разряд, показывающий, было ли превышение верхнего уровня входным сигналом. Причем адрес EW задается в каждом модуле АА-11К переключками так, чтобы EW являлся адресом регистра, с которого считывается порядковый номер при $Q = 1$, т.е. фактически являлся номером позиции ^3He -счетчика.

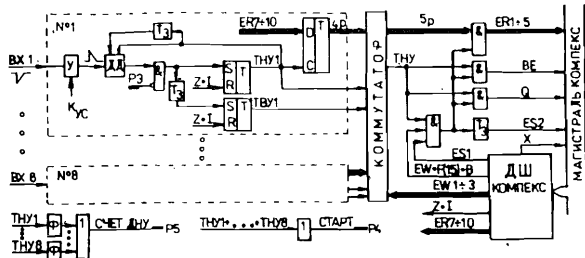


Рис.5. Функциональная схема АА-11К.

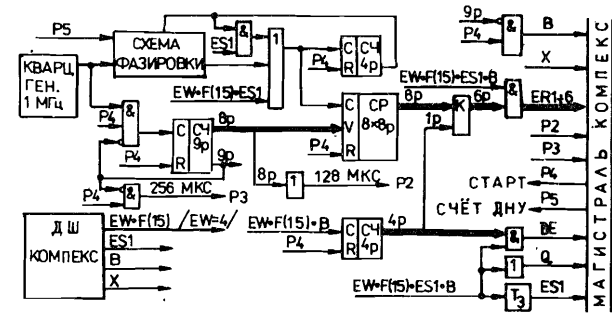


Рис.6. Функциональная схема КТ-11К.

Одновременно с откликом $Q = 1$ в крейт-контроллер передается сигнал BE для передачи адреса EW двумя байтами в ЭВМ.

На рис.6 представлена функциональная схема таймера КТ-11К. Появление потенциала "Старт" разрешает прохождение импульсов кварцевого генератора 1 МГц в 9-разрядный счетчик, информация с которого импульсами с шины P5, прошедших схему фазировки, заносится в 8x8p сдвиговый регистр /СР/. Одновременно 4-разрядный счетчик считает число занесений в буферный регистр. Переполнение этого счетчика прекращает сдвиги. Так как число нейтронов в одном акте спонтанного деления обычно меньше 8, то сдвиг до переполнения 4-разрядного счетчика производится через 256 мкс после старта потенциалом ES1. После переполнения 9-разрядного счетчика по шине P3 выдается потенциал, блокирующий входы АА-11К и переводящий установку в режим считывания информации. В этом режиме через магистраль КОМПЛЕКС-КАМАК производится побайтная выдача данных из СР по шинам ER1-6 в момент появления ES1. Количество выданных через магистраль байтов данных считается 4-разрядным счетчиком, и как только все 4 разряда станут равными "1", через магистраль выдается сигнал BE, означающий, что вся информация из СР передана через магистраль.

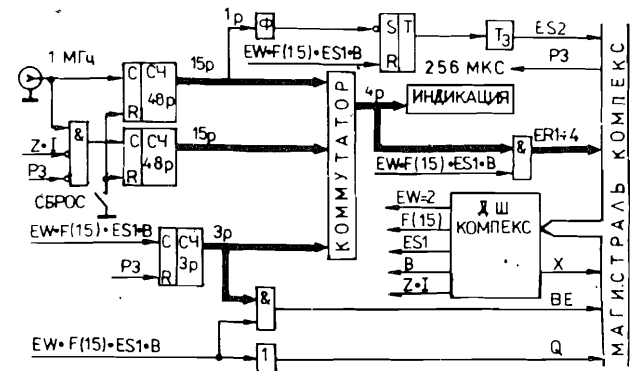


Рис.7. Функциональная схема КВ-11К.

На рис.7 приведена функциональная схема блока измерения астрономического и живого времени КВ-11К. Модуль КВ-11К содержит: дешифратор КОМПЕКС, два 48-разрядных счетчика, коммутатор. На входы двух счетчиков поступают импульсы с частотой 1 МГц из таймера. Часть поступающих на счетчик живого времени импульсов блокируется потенциалом "Блокировка" по шине P3 и сигналами Z и I. Коммутатор выдачи старших 15 разрядов из счетчиков для индикации на передней панели и через магистраль крейт-контроллера по шинам ER1-4 управляется 3-разрядным счетчиком, регистрирующим число выданных байтов в магистраль. Фазировка выдачи данных через магистраль производится на R-S-триггере, который выдает потенциал ES2 в моменты времени, соответствующие положительному перепаду выхода первого разряда счетчика астрономического времени, для исключения сбоев при считывании данных.

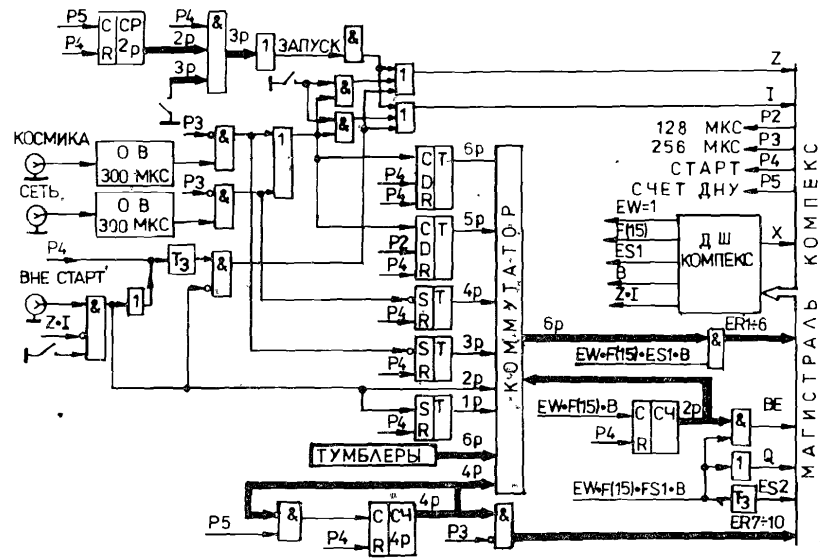


Рис.8. Функциональная схема КУ-11К.

На рис.8 представлена функциональная схема блока управления КУ-11К. Модуль КУ-11К содержит два продлевающих одновибратора на 300 мкс, выходы которых могут поступать как на шины Z и I, переводящие регистратор нейтронов в режим ожидания, так и в тракт фиксации помех. По прошествии интервала времени 256 мкс 2-разрядный сдвиговый регистр устанавливает регистратор нейтронов в режим ожидания, если число зарегистрированных нейтронов меньше числа /0,1,2,3/, установленного на передней панели блока КУ-11К. Счетчик нейтронов служит одновременно 4-разрядным счетчиком порядкового номера сработавшего усилительного тракта.

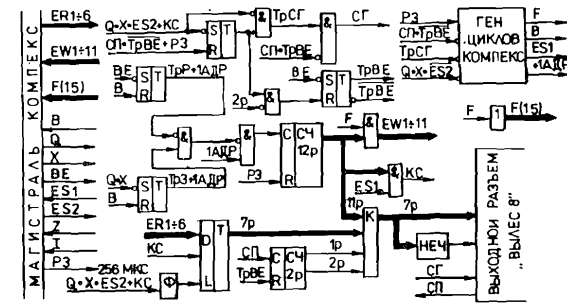


Рис.9. Функциональная схема КК-11К.

При работе с внешним стартом в случае, если он не подтвердит ранее появившийся внутренний старт от возможного срабатывания ³He-счетчика в интервале времени 10 мкс, то произойдет сброс внутреннего старта сигналами на шинах Z и I. В противном случае, в соответствующем разряде слова данных регистратора нейтронов записывается "1". Это позволяет уменьшить полосу пропускания усилителей стартового сигнала для снижения их чувствительности к наводкам.

На рис.9 представлена функциональная схема крейт-контроллера КК-11К, а на рис.10 показаны временные соотношения, поясняющие работу КК-11К. По прошествии интервала времени измерения 256 мкс множественного испускания нейтронов и при регистрации их числа, большего, чем число, установленное на передней панели блока управления, производится запуск генератора циклов КОМПЕКС-КАМАК потенциалом на шине P3. Генератор циклов содержит старт-стопный генератор 10 МГц, сдвиговый регистр и шифратор команд КОМПЕКС-КАМАК, а также вырабатывает сигнал "41", поступающий при BE = 1 в 12-разрядный счетчик /С С4 12р/. Если из модуля в ответ на потенциал ES1 поступает сигнал Q=1, триггер СГ ставится в "1", и передним фронтом потенциала ES2 данные, присутствующие на шинах ER1-6, заносятся в регистр. По окончании ES2 появляется потенциал СГ, одновременно производится остановка генератора циклов КОМПЕКС-КАМАК. Внешнее устройство, приняв данные из регистра с помощью

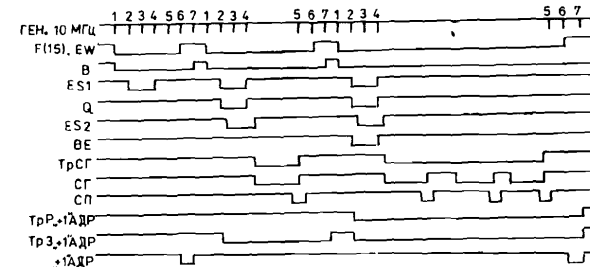


Рис.10. Временные соотношения, поясняющие работу КК-11К.

потенциала СГ, выставляет ответный потенциал СП, снимающий СГ. Только после снятия потенциала СГ внешнее устройство снимает потенциал СП. Снятие СГ и СП заканчивает цикл КОМПЕКС-КАМАК.

Потенциал "Конец слова" /КС/ задается переключками в блоке КК-11К и зависит от числа ^3He -счетчиков в детекторе нейтронов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанная в этой работе установка для поиска СТЗ в природных образцах рассчитана на проведение длительных экспериментов.

Аппаратурные возможности, заложенные в систему, позволяют программными средствами /17, 18/ существенно снизить фон детектора нейтронов. В результате использования пассивной и активной защиты и дополнительного анализа всех наблюдавшихся событий на ЭВМ фон детектора нейтронов снижен примерно в 1000 раз по сравнению с работой в незащищенном помещении и доведен до 0,7-1,0-кратного события в сутки. При этом эффективность регистрации спонтанного деления по множественным нейтронам /первый вариант работы детектора нейтронов/ составила: для $^{238}\text{U} \sim 0,2$ и для $^{252}\text{Cf} \sim 0,5$. При таком уровне фона можно уверенно регистрировать два множественных нейтронных события в день с числом зарегистрированных нейтронов в каждом событии не менее 2. Это соответствует чувствительности 10^{-13} г/г атомов гипотетического сверхтяжелого элемента в предположении, что его период полураспада равен 10^9 лет.

Низкий собственный фон позволяет использовать установку для изучения взаимодействия космического излучения с веществом. Разработанная система регистрации множественных нейтронов в случае необходимости /например, для поиска распада нуклона или осцилляции нейтронантинейтрон/ может быть расширена для работы с существенно большим /~ 1000/ числом ^3He -счетчиков. Фактически такая расширенная система будет содержать несколько описанных выше регистраторов, работающих параллельно, чтобы уменьшить мертвое время, затрачиваемое на опрос входных блоков.

Автор выражает глубокую благодарность Л.П.Челнокову, Г.М.Тер-Акопяну и Б.В.Фефилову за полезные обсуждения и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флеров Г.Н. и др. В кн.: Международная конференция по физике тяжелых ионов. ОИЯИ, Д7-5769, Дубна, 1971, с.61.
2. Попеко А.Г. и др. ОИЯИ, 3-9147, Дубна, 1975.
3. Герстенбергер Р. и др. В кн.: IX Международный симпозиум по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-11182, Дубна, 1977, с.255.
4. Sokol E.A. et al. Nucl.Instr.Meth., 1984, v.219A, No.2, p.336.

5. Те-Акопян Г.М. Письма в ЖЭТФ, 1981, т.33, с.482.
6. Тер-Акопян Г.М. и др. В кн.: Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов /сборник аннотаций/, ОИЯИ, Д7-83-147, Дубна, 1983, с.7.
7. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, P13-85-266, Дубна, 1985.
8. Ter-Akopian G.M. et al. Nucl.Instr.Meth., 1981, v.190, No.2, p.336.
9. Сокол Е.А. и др. ОИЯИ, P13-84-839, Дубна, 1984.
10. Беленко С.Е. и др. ПТЭ, 1986, № 1, с.43.
11. Смирнов В.И. и др. ОИЯИ, P13-86-256, Дубна, 1986.
12. Смирнов В.И. ОИЯИ, P13-86-257, Дубна, 1986.
13. Семенов Ю.Б. и др. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
14. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
15. COMPEX. Compatible Extended use of the CAMAC Dataway, 1983.
16. MACAMAC Controller. Type 1521; MACAMAC Memory Extension. Type 1522. Hardware Description, Borer, Switzerland.
17. Зейналов Ш.С. и др. ОИЯИ, P13-84-454, Дубна, 1984.
18. Фам Нгок Чыонг. ОИЯИ, P13-85-422, Дубна, 1985.

Смирнов В.И.

P13-86-588

Электронная система регистрации редких ядерных превращений по множественным нейтронным событиям

Описывается электронная система регистрации редких актов спонтанного деления по множественным нейтронным событиям, выполненная в стандарте КОМПЕКС-КАМАК. Детектор нейтронов, содержащий 90 ³He-счетчиков, расположен в помещении с пассивной бетонной защитой, соответствующей 15 м водного эквивалента. Электронная система контролирует состояние питающей сети и параметры активной защиты от космического излучения, которая включает в себя 10 пластических сцинтилляторов с 70 фотоэлектронными умножителями.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Smirnov V.I.

P13-86-588

Electronic Device for Registration of Rare Nuclear Transformations by Detecting Multiple Neutron Events

Electronic device intended for registration of rare events of spontaneous fission by detecting multiple neutron emission is described. This device has been performed in COMPEX-CAMAC standard. The neutron detector includes 90 ³He filled counters and is situated in a room with passive concrete shielding of about 15 m thick water equivalent. The device controls a state of feeding source and the indexes of active cosmic radiation protection, which includes 10 plastic scintillators with 70 photomultipliers.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986