

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



25/4-7

13 - 10391

ИС-911

1573/2-77

Н.И.Журавлев, В.И.Комаров, А.Н.Синаев, Т.Штилер

АППАРАТУРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРЯМЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ БЫСТРЫХ ПРОТОНОВ

**1977**

13 - 10391

Н.И.Журавлев, В.И.Комаров, А.Н.Синаев, Т.Штилер

АППАРАТУРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ПРЯМЫХ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ БЫСТРЫХ ПРОТОНОВ

*Направлено на X Всесоюзную школу по автоматизации научных исследований. Гатчина, 1976.*



Журавлев Н.И., Комаров В.И., Синаев А.Н.,  
Штилер Т.

13 - 10391

Аппаратура для исследования прямых ядерных реакций под действием быстрых протонов

Описывается аппаратура, используемая в эксперименте, проводимом на синхротроне ОИЯИ, по изучению прямой реакции выбивания протонных пар из ядер протонами с энергией 640 МэВ. В состав аппаратуры входят два каркаса с блоками в стандарте КАМАК. Информация передается в ЭВМ HP-2118C.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Описываемая аппаратура используется в проводимом на синхротроне ОИЯИ эксперименте по изучению прямой ядерной реакции выбивания протонных пар из легких ядер протонами с энергией 640 МэВ в условиях высокой передачи импульса протонной паре <sup>1/1</sup>. Выделение этой реакции, идущей с малой вероятностью, на фоне ряда интенсивных процессов требует одновременной регистрации трех быстрых протонов в конечном состоянии реакции. С этой целью используются три телескопа из сцинтилляционных и черенковских счетчиков. Упрощенная блок-схема установки <sup>2/2</sup> показана на рис. 1. На нем сцинтилляционные счетчики показаны длинными черточками, а черенковские - короткими. Телескопы Т1 и Т2 регистрируют выбиваемую пару, а телескоп Т3 - протон, рассеянный назад. Одновременность эмиссии трех протонов регистрируется схемой совпадений СС4.

Для повышения разрешающей способности аппаратуры по времени и измерения фона случайных совпадений измеряются два интервала времени:  $\Delta t_{12}$  - между сигналами в телескопах Т1 и Т2 и  $\Delta t_{13}$  - между сигналами в телескопах Т1 и Т3. Схема задержанных совпадений СС4 регистрирует одну из составляющих фона случайных совпадений.

Для идентификации протонов в телескопе Т3 и определения их энергии измеряются амплитуды  $\Delta T_1$  и  $\Delta T_2$  сигналов с двух счетчиков телескопа Т3. Поток протонов через мишени М1 и М2 определяется с помощью мониторной токовой ионизационной камеры МК и вспомогательного мониторингового телескопа МТ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

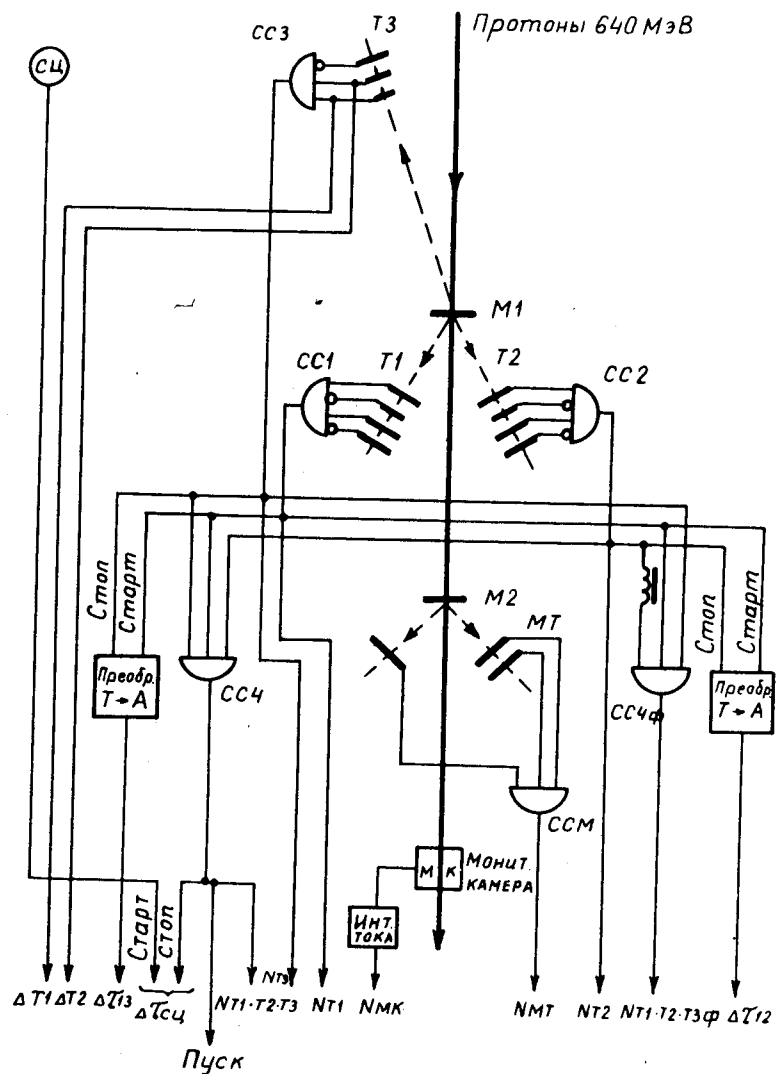


Рис. 1

Импульсная структура интенсивности протонного пучка требует измерения распределения событий реакции в течение цикла интенсивности пучка  $/T \approx 5 \text{ мс}/$ . Для этого измеряется интервал времени  $\Delta t_{\text{сц}}$  между сигналом синхронизации, поступающим с синхроциклотрона, /старт/ и сигналом после схемы совпадения CC4 /стоп/.

Для контроля за работой аппаратуры и получения дополнительной информации регистрируются числа импульсов на выходе телескопов T1, T2, T3, MT, а также на выходе схем совпадений CC4, CC4Ф и интегратора тока, обозначенные, соответственно,  $N_{T1}$ ,  $N_{T2}$ ,  $N_{T3}$ ,  $N_{MT}$ ,  $N_{T1-T2-T3}$ ,  $N_{T1-T2-T3\Phi}$ ,  $N_{МК}$ .

Всю информацию, поступающую из экспериментальной установки, можно разделить на две группы. К первой из них относятся результаты амплитудных и временных измерений, производимых после каждого поступившего события. Ко второй группе относятся результаты измерений числа импульсов на выходах отдельных узлов экспериментальной аппаратуры. Регистрация этой информации должна производиться интегрально для определенного числа событий или для установленной экспозиции. К этой же группе можно отнести и служебную информацию, устанавливаемую экспериментатором.

По условиям эксперимента требуется только односторонняя передача зарегистрированной информации в ЭВМ и не предусматривается управление экспериментальной аппаратурой от ЭВМ. Это позволяет использовать в системе простые контроллеры с фиксированными программами ККО01, предназначенные только для чтения информации <sup>/3/</sup>, и применить разработанные нами многокаркасные системы, основанные на этих контроллерах <sup>/4/</sup>.

Блок-схема измерительной и счетной аппаратуры приведена на рис. 2. В ее состав входят два каркаса в стандарте КАМАК и устройство для многомерного анализа, выполненное в виде отдельного прибора. Управление работой каждого каркаса и определение последовательности считывания информации осуществляются грейдерами сигналов L КУ006, которые должны находиться в каждом каркасе. Передача информации в ЭВМ осуществляется из старшего каркаса. Эта передача производится

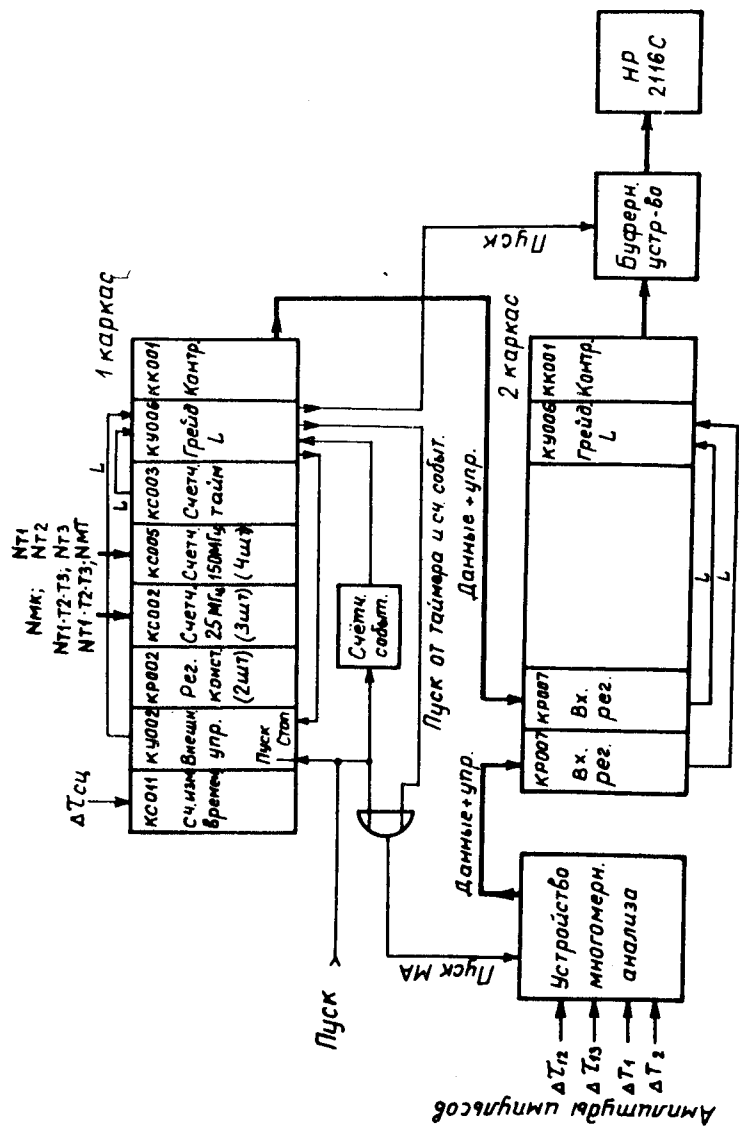


Рис. 2

через буферное устройство, в качестве которого применяется накопительное устройство анализатора АИ-4096<sup>/5/</sup>. Буферное устройство позволяет более эффективно использовать возможности ЭВМ, в данном случае НР-2116С<sup>/6/</sup>. Устройство для многомерного анализа и каркас, соединенный с этим устройством, являются общими для нескольких экспериментов.

Устройство для многомерного анализа содержит 16 преобразователей амплитуда-код, на 256 каналов каждый<sup>/7/</sup>. Оно используется в данном эксперименте для измерения потерь энергии  $\Delta T_1$  и  $\Delta T_2$  в первом и втором счетчиках телескопа ТЗ, а также для измерения преобразованных в амплитуду наносекундных интервалов времени  $\Delta \tau_{12}$  и  $\Delta \tau_{13}$ . В первом каркасе находится измеритель микросекундных интервалов времени КС011<sup>/8/</sup>. Этот блок используется для измерения интервала времени  $\Delta \tau_{сц}$  между синхроимпульсом ускорителя и приходом зарегистрированного события. В этом же каркасе находятся несколько счетчиков КС005 с максимальной частотой счета 150 МГц и КС002 с максимальной частотой счета 25 МГц<sup>/9/</sup>. Первые используются для регистрации чисел импульсов  $N_{T1}$ ,  $N_{T2}$ ,  $N_{T3}$  и  $N_{MT}$  с телескопов, а вторые - для регистрации чисел импульсов  $N_{T1.T2.T3}$ ,  $N_{T1.T2.T3ф}$  и  $N_{МК}$  со вторичных схем совпадений и интегратора тока. Здесь же находятся регистры констант КР002<sup>/10/</sup>, используемые для занесения служебной информации, и счетчик-таймер КС003 - для задания экспозиции. Во втором каркасе находятся входные регистры КР007, предназначенные для работы в режиме многократного обращения по одному адресу (BQL). Они используются для приема информации с устройства многомерного анализа и из первого каркаса. Порядок работы системы определяется с помощью находящихся в обоих каркасах грейдеров сигналов L и контроллеров КК001 в зависимости от комбинации поступивших сигналов L. При регистрации каждого события со схемы совпадений СС4 /рис. 1/ поступает сигнал "Пуск". Он добавляет "1" в счетчик событий, запускает устройство многомерного анализа, а также поступает на блок КЧ002, находящийся в первом каркасе, и вызывает в нем гене-

рацию сигнала L. По завершении преобразования поступивших амплитуд импульсов в код информация с устройства многомерного анализа передается через блок КРОО7 второго каркаса в буферное устройство. После передачи всей информации с устройства многомерного анализа начинается передача информации с блока КСО11 через первый каркас, второй блок КРОО7 и второй каркас. Затем передача информации прекращается благодаря снятию сигнала L в блоке КУОО2 и отсутствию других сигналов L. Экспозиция заканчивается после поступления определенного числа событий, фиксируемого счетчиком событий.

Число событий задается в соответствии с заполнением всей емкости буферного устройства, равной 4096 слов, таким образом, чтобы информация, относящаяся к одному событию, находилась в одном массиве. Если же события поступают очень медленно, то окончанием экспозиции служит истечение определенного времени, устанавливаемого на счетчике-таймере КСООЗ. Оба этих сигнала имеют одинаковое действие. При поступлении любого из них сначала происходит чтение информации в описанном выше порядке, а затем - чтение с остальных блоков первого каркаса, поскольку в данном случае сигнал L подается также из блока КУОО6, находящегося в этом каркасе.

На время любой передачи информации в буферное устройство экспериментальная аппаратура блокируется.

По окончании чтения информации, вызванном сигналом окончания экспозиции, осуществляется передача массива данных из буферного устройства в ЭВМ.

В течение ряда сеансов измерений на синхроциклотроне, продолжительностью 30 - 60 ч каждый, вся аппаратура работала безотказно.

#### *Литература*

1. Комаров В.И. и др. ОИЯИ, Е1-9460, Дубна, 1975.
2. Комаров В.И. и др. ОИЯИ, Р13-9638, Дубна, 1976.
3. Журавлев Н.И., Синаев А.Н. ОИЯИ, 10-7334, Дубна, 1973.

4. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, Р10-9056, Дубна, 1975.
5. Курочкин С.С. Многомерные статистические анализаторы. Атомиздат, М., 1968.
6. Казаченко О.Н. и др. ОИЯИ, 10-7123, Дубна, 1973.
7. Синаев А.Н., Стахин А.А. ОИЯИ, 13-7656, Дубна, 1974.
8. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8754, Дубна, 1975.
9. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973.
10. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
11. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-9479, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 января 1977 года.