

ЖС - 911

13-81-28

ЖУРАВЛЕВ  
Николай Иванович

АППАРАТУРА  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И ПЕРЕДАЧИ В ЭВМ  
МАССИВОВ ИНФОРМАЦИИ,  
ПОЛУЧАЕМОЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ  
НА УСКОРИТЕЛЯХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Специальность: 01.04.16 - физика атомного ядра  
и элементарных частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Научный руководитель —  
доктор технических наук

А.Н.Синаев,

Официальные оппоненты:  
доктор технических наук  
профессор

А.П.Цитович,

кандидат технических наук

Б.В.Фефилов,

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Ереванский физический институт (Ереван).

Защита диссертации состоится "1" апрель 1981 г.  
в " " часов на заседании Специализированного совета  
Д 047.01.03 при ЛЯИ ОИЯИ, Дубна, Московской области.

Автореферат разослан "16" февраля 1981 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь  
Специализированного совета  
доктор физико-математических наук

В.А.Батусов

Целью настоящей работы является проектирование и создание электронной аппаратуры, обеспечивающей организацию систем для быстрой регистрации массивов информации, получаемой в экспериментах на ускорителях заряженных частиц. Работа велась в Лаборатории ядерных проблем с 1968 года. Разработанная аппаратура использовалась в ряде экспериментов, проводимых физиками лаборатории на синхротроне ОИЯИ и протонном синхротроне ИВЭ (г. Серпухов).

Актуальность работы определяется необходимостью регистрации больших потоков информации, которая получается в экспериментах, проводимых на ускорителях заряженных частиц. Создание электронной аппаратуры, позволяющей регистрировать экспериментальную информацию со скоростью, не снижающей существенно быстродействия детектирующих устройств, имеет весьма важное значение для успешного проведения физических исследований. Решение этой задачи требует широкого использования последних достижений в области микроэлектроники и средств вычислительной техники.

Научная новизна и значимость работы заключается в проектировании и создании аппаратуры, предназначенной для организации систем регистрации и обработки массивов информации, которая получается в экспериментах, проводимых на ускорителях заряженных частиц. Аппаратура включает: оригинальный контроллер с фиксированными программами, интерфейсы к внешним устройствам, набор блоков для предварительного накопления информации, поступающей от регистрирующих приборов, автономный амплитудный анализатор на 4096 каналов в стандарте КАМАК, несколько систем считывания информации с многопроволочных искровых и пропорциональных камер. Предложены и осуществлены принципы организации однокаркасных и многокаркасных систем, которые по сравнению со стандартными позволяют повысить скорость регистрации физической информации и упростить требуемое программное обеспечение.

Практическая ценность разработанной аппаратуры состоит в том, что она нашла широкое применение во многих экспериментальных установках, созданных в Лаборатории ядерных проблем, в других лабораториях ОИЯИ, а также в ряде институтов СССР и стран-участниц ОИЯИ (ГДР, НРБ, ЧССР). С участием автора был выполнен ряд работ, посвящённых изучению прямых ядерных реакций под действием быстрых протонов, исследованиям дифракционной диссоциации  $T^-$  и  $K^-$ -мезонов на сложных ядрах, проведению испытаний цилиндрических пропорциональных камер магнитного спектрометра АРЕС.

Производство аппаратуры налажено в Опытном производстве ОИЯИ. К июлю 1980 г. изготовлено около 240 блоков 17 наименований в стандарте КАМАК.

Диссертация состоит из 5 глав, введения и заключения. Она содержит 143 страницы печатного текста, в том числе 53 рисунка и 6 таблиц. Список литературы содержит 95 наименований. Основные материалы диссертации опубликованы в работах /1+21/. Часть работ докладывалась на международных и всесоюзных симпозиумах и совещаниях.

В первой главе обсуждаются вопросы регистрации потоков информации, получаемой в современных физических экспериментах. Для увеличения скорости регистрации осуществляют предварительный отбор данных с целью уменьшения общего количества передаваемой в ЭВМ информации, производят разравнивание поступающей информации, её перекодировку и т.д. Быстродействие регистрирующей системы зависит от её структуры и организации работы. Наибольшая скорость регистрации достигается при передаче информации в ЭВМ в виде больших массивов с использованием канала прямого доступа к памяти. Для формирования массивов применяют быстродействующие накопительные устройства. Работу накопительных устройств следует организовывать по-разному, в зависимости от того, поступает ли информация непрерывно или её поступление чередуется с относительно большими промежутками времени, в которых она отсутствует.

Аппаратура для ядерно-физических исследований выполняется сейчас в основном в стандарте КАМАК. В нём предусмотрены различные режимы обмена массивами информации между экспериментальным оборудованием и ЭВМ. Показывается возможность использования для обмена только двух режимов: последовательного сканирования адресов АСА и многократного обращения по одному адресу при неизвестном заранее числе слов в передаваемом массиве ULS.

Ввиду разнообразия требований, предъявляемых к регистрирующим системам при решении встречающихся на практике задач, в стандарте КАМАК предусмотрена возможность организации систем различной степе-

ни сложности, как однокаркасных, так и многокаркасных. Отмечается, что для создания систем, работающих с повышенной скоростью передачи данных, можно использовать нестандартные методы, основанные на применении специальных контроллеров с фиксированными программами.

Вторая глава посвящена разработке оригинального контроллера с фиксированными программами и созданию систем на его основе.

В общем случае для организации систем применяют контроллеры, работающие под управлением ЭВМ. Эти контроллеры могут как принимать данные из экспериментальной аппаратуры, так и посылать в неё информацию. В этом случае порядок работы каркаса задаётся ЭВМ и определяется в соответствии с поступающими в неё сигналами запроса  $L$ . На обработку сигналов  $L$ , работу операционной системы ЭВМ и программы-драйвера, обеспечивающей связь с контроллером, затрачивается значительное время. При проведении физических экспериментов имеется целый ряд задач, в которых требуется осуществлять только быстрый сбор регистрируемой информации без управления от ЭВМ экспериментальным оборудованием. В таких случаях целесообразно обработку поступивших сигналов  $L$ , выработку на её основе определённой программы опроса блоков каркаса и её выполнение возложить на аппаратные средства и разместить их в каркасе, а ЭВМ использовать только для приёма и накопления поступающей из каркаса информации. Исходя из этих соображений, нами был создан специализированный контроллер с фиксированными программами /1,2/, выполняющий только операцию чтения. Контроллер производит последовательное чтение информации с использованием функции  $F(0)$  со всех блоков каркаса. Его работа начинается при поступлении сигнала запроса  $L$  23. Изменение адреса во время чтения массива производится в соответствии с правилами последовательного сканирования адресов АСА.

На основе контроллера легко создавать системы, в которых по единому сигналу  $L$  требуется осуществлять считывание информации последовательно со всех блоков, находящихся в каркасе, как, например, это имеет место в счётной системе /3/, где все блоки работают в режиме АСА. Однако в некоторых экспериментах необходимо также проводить считывание с тех или иных групп или отдельных блоков в каркасе в зависимости от поступивших сигналов запроса  $L$ . Кроме того, в каркасе могут находиться блоки, для которых необходимо многократное обращение по одному адресу (входные регистры, буферные накопительные устройства и т.д.). Для решения этих задач был разработан специальный грейдер сигналов  $L$  /4,5/, выполняющий некоторые функции программного устройства. На рис. 1 представлен алгоритм совместной работы контроллера с фиксированными программами и грей-

дера сигналов  $L$ . На их основе могут быть созданы гибкие системы для считывания различных массивов информации с разных групп блоков. Такие системы могут состоять как из одного, так и из нескольких каркасов<sup>/1+6/</sup>. Предложенная организация многокаркасных систем основана на том принципе, что связь с ЭВМ производится только через один (старший) каркас, с которым соединены остальные каркасы, играющие для него роль устройств, требующих многократного обращения по одному адресу. В каждом каркасе должны находиться контроллер и грейдер сигналов  $L$ . Для связи между каркасами используется входной регистр, работающий в режиме многократного обращения по одному адресу ULS. Чтение информации производится, начиная с младшего каркаса и кончая старшим. Сигналы  $L$  должны появляться в таком же порядке или одновременно. Система, состоящая из нескольких каркасов, может иметь параллельную или последовательную организацию. По быстродействию обе системы приблизительно одинаковы, но последовательная система не имеет ограничения на число подключаемых каркасов<sup>6</sup>, в то время как в параллельной системе число подключаемых каркасов ограничивается возможностями грейдера сигналов  $L$  и не может быть больше четырёх.

Предложенные способы организации систем позволяют решать широкий круг задач, связанных с постановкой физических экспериментов, требующих односторонней передачи данных. При этом созданные системы по сравнению со стандартной ветвевой содержат более простое оборудование, требуют более простого программного обеспечения и ускоряют обмен массивами информации.

На основе этих принципов можно создавать и системы с применением блоков, требующих управления от ЭВМ. В этом случае все они помещаются в старший каркас<sup>7/</sup>, управляемый универсальным контроллером (рис. 2). Блоки для односторонней передачи информации располагаются в младших каркасах, которые управляются контроллерами с фиксированными программами.

Для организации автономных систем (без использования ЭВМ) нами были разработаны блоки связи (интерфейсы)<sup>/8+10/</sup>, которые при совместной работе с контроллером с фиксированными программами позволяют выводить информацию на общие для каркаса внешние устройства — цифрочастотный механизм и цифровой индикатор на газоразрядных лампах. Интерфейсы осуществляют приём информации из контроллера, её преобразование и передачу в выходное устройство, а также выработку управляющих сигналов для синхронизации работы. Блоки связи имеют одинаковую структуру и различаются в основном только сигналами управления, которыми блок обменивается с конкретным внешним устройством. Информация, подаваемая в интерфейс, может быть представле-

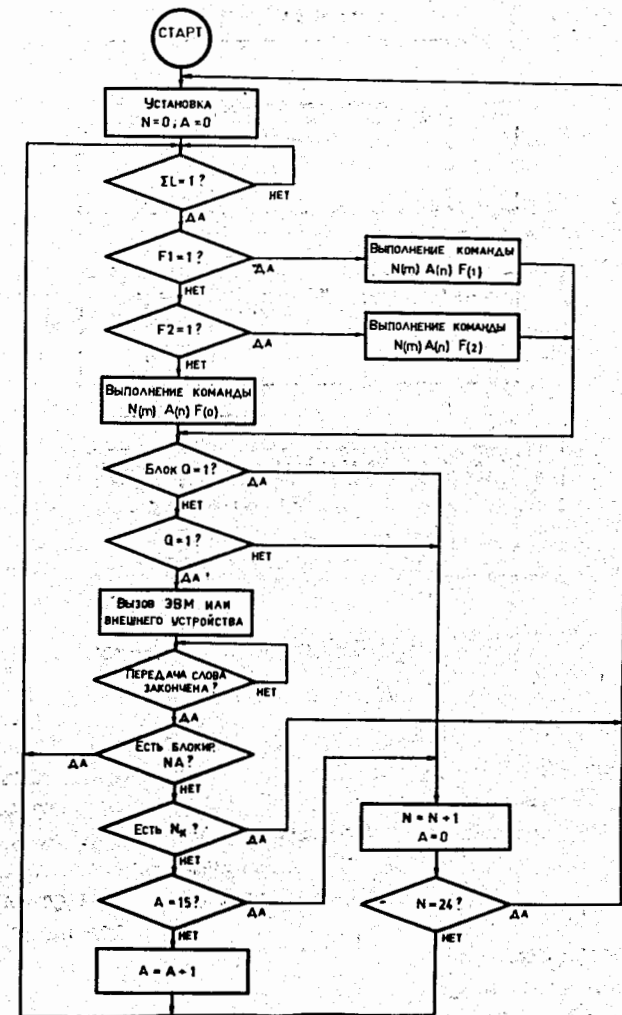


Рис. 1. Блок-схема программы совместной работы контроллера с фиксированными программами и грейдера сигналов  $L$ .

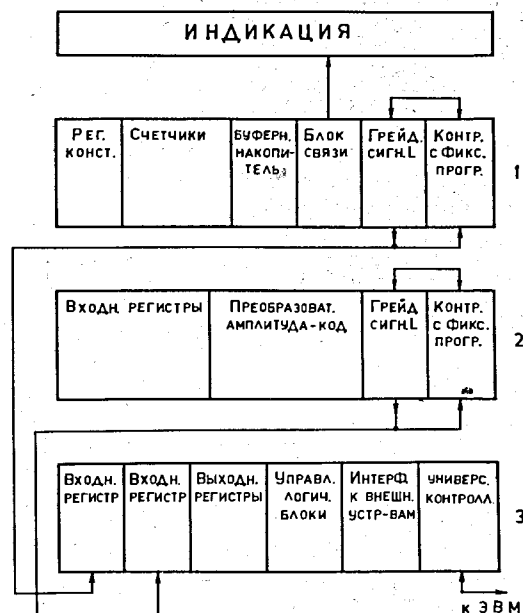


Рис. 2. Пример трёхкаркасной системы.

на в разной форме: в двоичном, двоично-десятичном кодах или в виде  $A, B \cdot 10^C$ , где  $A, B$  и  $C$  — десятичные цифры. Кроме того, блоки, с которых поступает информация, могут иметь разное число разрядов: 32, 16 или 8. Во всех кодах, относящихся к одной и той же станции, информация должна быть представлена одинаковым образом. Представление информации во внешних устройствах производится в следующей форме: два разряда отводятся для номера станции, два — для подадреса и 10 — для зарегистрированных данных, т.е. всего для каждого адреса требуется 14 десятичных разрядов. Контроллер допускает одновременное соединение с ЭВМ и блоком связи. В этом случае на время обмена информацией между каркасом и ЭВМ работа блока связи прекращается.

В конце главы приводится оценка надёжности систем на основе контроллера с фиксированными программами. Для системы, включающей каркас с вентилятором, контроллер, грейдер сигналов L и 23 "усред-

нённых" исполнительных модуля, оценочная величина среднего времени безотказной работы составляет около  $10^3$  час.

В третьей главе рассматриваются устройства для предварительного накопления данных, поступающих от внешних приборов, с последующей передачей образованного массива в магистраль каркаса, а также описывается многоканальный амплитудный анализатор в стандарте КАМАК.

Приводятся краткие характеристики и принцип работы разработанных накопительных устройств с последовательной записью информации /10, 11/, которые различаются ёмкостью памяти, быстродействием и потребляемой мощностью. Все устройства выполнены по одной блок-схеме. Особенностью схемы является возможность поочерёдной работы двух накопительных устройств с одним внешним прибором, с которым оба блока должны соединяться независимо.

Накопительные устройства большой ёмкости нами было решено выполнять в виде двух отдельных блоков. Один из них содержит интегральные схемы памяти и необходимые для их работы схемы управления. Второй организует режимы работы памяти, её связь с магистралью каркаса и другими блоками. Оба блока соединяются между собой через разъёмы на передних панелях. Приводится описание набора блоков, содержащего универсальную память на 4К слов и различные устройства управления к ней /12/, которые позволяют получать следующие режимы работы памяти: последовательную запись, инкрементную запись, произвольный доступ к памяти.

На базе универсальной памяти, работающей в инкрементном режиме, и контроллера с фиксированными программами был создан амплитудный анализатор на 4096 каналов, который полностью размещается в каркасе КАМАК (рис. 3) /12/. Кроме указанных блоков в состав анализатора входят: аналого-цифровой преобразователь, интерфейс графического дисплея, блок управления режимами работы анализатора. Все блоки за исключением контроллера имеют единичную ширину. Анализатор имеет следующие режимы работы: накопление информации, наблюдение накопленной информации, накопление поступающей информации одновременно с наблюдением, вывод накопленной информации в ЭВМ или на внешнее устройство. Установка режимов работы анализатора осуществляется вручную. Для отображения информации может использоваться любой осциллограф, имеющий входы по осям X и Y. Анализатор удобен для проведения одномерных измерений, когда обработка накопленной информации выполняется на ЭВМ. Он прост в эксплуатации, имеет сравнительно низкую стоимость, а аппаратная реализация режима наблюдения практически не уменьшает скорости накопления при их одновременном проведении.

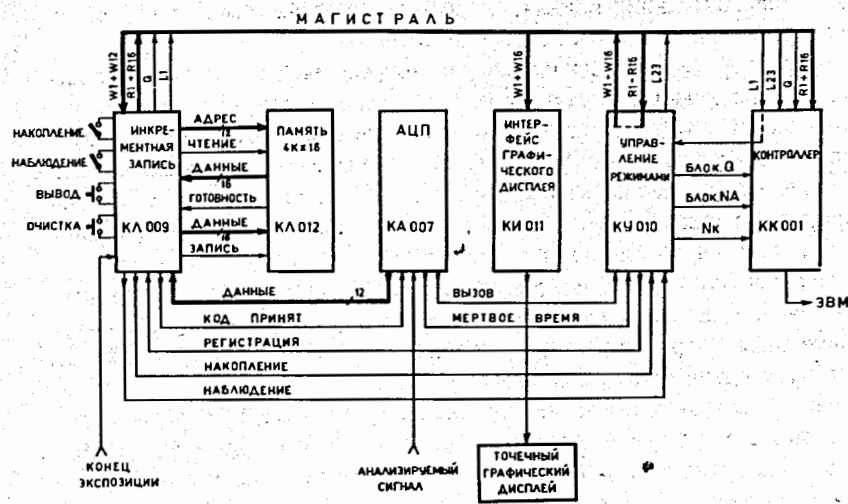


Рис. 3. Амплитудный анализатор на 4096 каналов в стандарте КАМАК.

Для проверки накопительных устройств разработаны программы, написанные для микро-ЭВМ. Программы позволяют обнаруживать не только неисправные разряды в ячейках памяти, но и ошибки, связанные с замыканием адресных шин.

В главе IV описывается аппаратура для считывания информации с искровых камер с ферритовыми матрицами и с пропорциональных камер. Рассмотрены некоторые из существующих способов организации устройств считывания. Приводятся блок-схемы, описания и временные параметры разработанных нами устройств. Они осуществляют последовательный опрос групп, содержащих по 32 запоминающих элемента камер, поиск, кодирование и передачу в ЭВМ номеров тех из них, которые содержат "1". В случае срабатывания от одной искры нескольких соседних элементов в ЭВМ передаётся номер только одного из них и число остальных. Это позволяет сократить общее время передачи информации в ЭВМ и уменьшить объём занимаемой памяти. Общее число проводов в системе может достигать 32768.

Первыми были созданы устройства на основе регистра с прямым выбором информации<sup>13/</sup>. Из них одно реализовано на стандартных ячейках ЭВМ БЭСМ-4, другое - на интегральных схемах. Поиск сработавших разрядов внутри регистра осуществляется с помощью сигнала опроса,

который через схемы пропускания, связанные с соответствующими разрядами, сразу проходит в первый из разрядов, находящихся в состоянии "1"/13,14/. Из устройства считывания номер сработавшего запоминающего элемента передаётся в ЭВМ 18-разрядным словом. Из них 15 разрядов отводится для записи в двоичном коде собственно номера запоминающего элемента, два - для числа соседних сработавших элементов, и один разряд используется для разделения событий. В устройствах считывания предусмотрены различные режимы проверки, позволяющие осуществлять контроль как отдельно самого устройства, так и совместно с запоминающими элементами камер.

Устройства считывания следующего поколения выполнены в стандарте КАМАК, на основе сдвигового регистра<sup>15+17/</sup>. Они отличаются небольшими размерами, высокой надёжностью, низкой стоимостью и потребляемой мощностью. Информация передаётся в ЭВМ 16-разрядными словами, в которых пять разрядов используются для номера сработавшего элемента в группе, 8 разрядов - для номера группы и 3 разряда - для числа соседних сработавших запоминающих элементов. Передача информации с системы камер осуществляется сериями, в каждой из которых номера проводов могут меняться от 0 до 8191. Номер серии в ЭВМ не передаётся, а серии разделяются специальным словом.

В устройствах предусмотрена возможность вывода информации не только через магистраль каркаса, а и через разъём на передней панели, что позволяет использовать для накопления информации буферную память и тем самым уменьшить мёртвое время системы считывания.

Глава V посвящена применению разработанной аппаратуры в созданных с участием автора установках для экспериментов, проводимых на синхротроне ОИЯИ и синхротроне ИЭВЭ.

I. Исследование прямых ядерных реакций под действием быстрых протонов. Целью экспериментов является изучение реакции выбивания протонных пар из лёгких ядер протонами с энергией 640 МэВ в условиях высокой передачи импульса протонной паре. Выделение этой реакции, идущей с малой вероятностью, на фоне ряда интенсивных процессов требует одновременной регистрации трёх быстрых протонов в конечном состоянии реакции. Для этого применялись три телескопа из сцинтилляционных и черенковских счётчиков<sup>18/</sup>. Вся информация, поступающая из экспериментальной установки, можно разделить на две группы. К первой из них относятся амплитудные и временные измерения, которые регистрировались после каждого поступившего события. Ко второй группе относится измерение числа импульсов на выходе отдельных узлов экспериментальной аппаратуры. Регистрация этой информации производилась интегрально для определённого числа событий или для установленной

экспозиции. К этой же группе относится и служебная информация, устанавливаемая экспериментатором. В состав измерительной и счётной аппаратуры эксперимента входили два каркаса в стандарте КАМАК и устройство для многомерного анализа, выполненное в виде отдельного прибора. В первом каркасе находятся: измеритель микросекундных интервалов времени для определения интервала времени между синхронным импульсом ускорителя и приходом зарегистрированного события, несколько счётчиков с максимальной частотой счёта 150 МГц и 25 МГц для регистрации числа поступающих импульсов, регистры констант для занесения служебной информации, счётчик-таймер для задания экспозиции. Во втором каркасе находятся входные регистры для приёма информации с устройства многомерного анализа и из первого каркаса. Порядок работы системы определяется с помощью находящихся в обоих каркасах грейдеров сигналов  $L$  и контроллеров с фиксированными программами в зависимости от поступивших сигналов  $L$ . Передача информации в ЭЕМ осуществляется через буферное накопительное устройство.

2. Исследование неупругих взаимодействий частиц высоких энергий. Эксперименты проводились на магнитном искровом спектрометре ОИИИ, установленном на канале 4В протонного синхротрона ИФВЭ. В состав спектрометра входила система из 10 проволочных искровых камер с регистрацией информации на ферритовых кольцах. Камеры использовались для определения относительного отклонения величины импульса пучковой частицы от его среднего значения и определения геометрических параметров входа частицы в мишень спектрометра.

Камера состоит из двух электродов, образованных 256 проволочками  $19/$ . Шаг между проволочками - 1 мм. Проволочки обоих электродов взаимно перпендикулярны друг другу. Расстояние между электродами в рабочей области равно 8 мм. Каждый из электродов подсоединён к матрице с ферритовыми кольцами, размещёнными на самой камере. После изготовления камеры были испытаны на пучке заряженных частиц, выведенном из синхротрона ОИИИ с целью изучения их некоторых характеристик  $20/$ .

Информация с системы камер выводилась с помощью устройства считывания на основе регистра с прямым выбором информации, выполненного в механическом стандарте "Вишня"  $13/$ . Данные о номерах сработавших проволочек передавались в ЭЕМ 16-разрядными словами. Связь устройства считывания с ЭЕМ осуществлялась через каркас в стандарте КАМАК, в состав которого входили входной регистр  $15/$  и контроллер с фиксированными программами  $1/$ . Приводятся некоторые полученные экспериментальные результаты: распределение частиц в пучке по импульсам,

распределение числа соседних колец, перемагниченных током одной искры, отклонения искр от восстановленной траектории и т.д.

3. Испытания цилиндрических пропорциональных камер магнитного спектрометра АРЕС. Спектрометр предназначен для проведения широкой программы исследований на реконструированном синхротроне ОИИИ. Для испытания пропорциональных камер и электроники считывания была создана установка на базе ЭЕМ М-6000  $21/$ , позволяющая проводить проверку всего комплекса аппаратуры в конфигурации, которая будет иметь место в реальном эксперименте. Механическая система установки позволяет испытывать камеры диаметром до 500 мм и высотой до 600 мм. Считывание информации с запоминающих элементов камер осуществляется с помощью устройства на основе сдвигового регистра, выполненного в стандарте КАМАК  $16/$ . Обработка данных производится по мере их поступления в ЭЕМ. После обработки можно получить следующую информацию: эффективность регистрации камер; число срабатываний каждой проволочки за время экспозиции; число запусков, в которых не было сработавших проволочек или сработало определённое их число; число событий, в которых сработало одновременно определённое число соседних проволочек.

На установке были проверены все камеры, используемые в спектрометре.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты работы заключаются в создании электронной аппаратуры для организации систем быстрой регистрации и обработки массивов информации, получаемой в экспериментах на ускорителях заряженных частиц. В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

1. Систематизированы требования к быстрдействию современных систем регистрации и обработки физической информации, рассмотрены способы их организации и пути повышения эффективности работы.

2. Предложен и создан контроллер с фиксированными программами, позволяющий при совместной работе со специализированным грейдером сигналов  $L$  повысить скорость обмена массивами информации, упростить оборудование как однокаркасных, так и многокаркасных систем и программное обеспечение для работы с ними.

3. Разработаны интерфейсы, позволяющие при работе с контроллером с фиксированными программами создавать автономные системы с вы-



водом информации на цифropечатающее устройство и цифровой индикатор на газоразрядных лампах.

4. Разработан набор накопительных устройств, применение которых позволяет увеличить скорость регистрации информации и эффективность работы ЭВМ.

5. Создан автономный амплитудный анализатор на 4096 каналов в стандарте КАМАК, имеющий несколько режимов работы и позволяющий вводить накопленную информацию на графический дисплей, в ЭВМ или на цифropечатающее устройство.

6. Разработано несколько типов устройств считывания информации с искровых и пропорциональных камер, отвечающих требованиям проводимых экспериментов.

7. На основе разработанной аппаратуры с участием автора создан ряд установок для экспериментов, проводимых на синхротроне ОИЯИ и синхротроне ИФВЭ (г. Серпухов).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Журавлёв Н.И., Синаев А.Н. Контроллер с фиксированными программами для передачи массивов информации в накопительное устройство или ЭВМ. ОИЯИ, IO-7334, Дубна, 1973. IOс.
2. Журавлёв Н.И., Нгуен Мань Шат, Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне в 1972-1973 гг (выпуск I). ОИЯИ, IO-7332, Дубна, 1973. 24с.
3. Журавлёв Н.И., Нгуен Мань Шат, Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Система счётчиков в стандарте КАМАК. В кн.: VII Международный симпозиум по ядерной электронике. ОИЯИ, ДГЗ-7616, Дубна, 1974, с.289+294; ПТЭ, 1974, № 3, с.91+93.
4. Журавлёв Н.И., Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чурин И.Н. Система в стандарте КАМАК для чтения информации с разных групп блоков. ОИЯИ, P10-9056, Дубна, 1975, 18с.
5. Журавлёв Н.И., Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чурин И.Н. Организация системы в стандарте КАМАК для чтения информации с разных групп блоков. В кн.: VIII Международный симпозиум по ядерной электронике. ОИЯИ, ДГЗ-9287, Дубна, 1975, с.179+185; ПТЭ, 1976, № 2, с.47+50.

6. Churin I.N., Petrov A.G., Sidorov V.T., Sinaev A.N., Zhuravlev N.I. A CAMAC System organization for a readout from various groups of modules. In: Proceedings 2nd Ispra Nuclear Electronics Symposium, Euratom, EUR-5370с, 1975, p.369+371.
7. Журавлёв Н.И., Ли Зу Эк, Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Применение аппаратуры в стандарте КАМАК в исследованиях на синхротроне ОИЯИ. В кн.: I Всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике. Киев, 1976, с.224+227.
8. Журавлёв Н.И., Ли Зу Эк, Нгуен Мань Шат, Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (выпуск III). ОИЯИ, IO-8754, Дубна, 1975, 28с.
9. Журавлёв Н.И.; Ли Зу Эк, Нгуен Мань Шат, Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А. Цифровая индикация для счётных систем в стандарте КАМАК. ОИЯИ, P10-9500, Дубна, 1976, 15с.
10. Антюхов В.А., Игнатъев С.В., Журавлёв Н.И., Ли Зу Эк, Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (выпуск У). ОИЯИ, IO-10576, Дубна, 1977, 30с.
11. Антюхов В.А., Динель Э., Журавлёв Н.И., Игнатъев С.В., Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (выпуск VI). ОИЯИ, IO-11636, Дубна, 1978, 28с.
12. Антюхов В.А., Журавлёв Н.И., Синаев А.Н. Амплитудный анализатор на 4096 каналов в стандарте КАМАК. ОИЯИ, P10-80-312, Дубна, 1980, 9с.
13. Вишняков В.В., Грачёв А.Г., Журавлёв Н.И., Кан Гван Вон, Синаев А.Н. Устройство считывания информации с ферритовых матриц проволочных искровых камер. ОИЯИ, IO-5804, Дубна, 1971, 20с.
14. Журавлёв Н.И., Кузнецов А.С., Синаев А.Н. Кодирование информации при её передаче из регистра в накопительное устройство. В кн.: VI Международный симпозиум по ядерной электронике. ОИЯИ, ДГЗ-6210, Дубна, 1972, с.249; ПТЭ, 1972, № I, с. 86+88.
15. Журавлёв Н.И., Ли Зу Эк, Нгуен Мань Шат, Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н., Шурвин А.А. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (выпуск IV). ОИЯИ, IO-9479, Дубна, 1976, 30с.
16. Журавлёв Н.И., Синаев А.Н. Устройство в стандарте КАМАК для считывания информации с ферритовых матриц проволочных искровых ка-

- мер. В кн.: VIII Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, с.401+408; ПТЭ, 1976, № 3, с.58+61.
17. Антхоx В.А., Динель В., Журавлёв Н.И., Игнатъев С.В., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чурин И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК (выпуск VII). ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979, 30с.
18. Журавлёв Н.И., Комаров В.И., Синаев А.Н., Штилер Т. Аппаратура для исследования прямых ядерных реакций под действием быстрых протонов. ОИЯИ, 13-10391, Дубна, 1977, 9с.
19. Вишняков В.В., Журавлёв Н.И., Иванъшин Ю.И., Синаев А.Н., Сычков С.Я. Система проволочных искровых камер для магнитного искрового спектрометра ОИЯИ. ОИЯИ, 13-11751, Дубна, 1978, 16с.
20. Вишняков В.В., Головин Б.М., Журавлёв Н.И., Королёв В.М., Осипенко Б.П., Синаев А.Н., Хамраев Ф.Ш. Испытание системы искровых камер с ферритовыми кольцами, предназначенной для экспериментов на синхроциклотроне. ОИЯИ, 13-6045, Дубна, 1971, 11с.
21. Баранов В.А., Журавлёв Н.И., Коренченко А.С., Коренченко С.М., Корнев В.И., Кравчук Н.П., Косарев Г.Е., Кучинский Н.А., Мжавия Д.А., Моисеенко А.С., Некрасов К.Г., Смирнов В.С., Филиппов А.И. Автоматизированный стенд для испытания цилиндрических пропорциональных камер. ОИЯИ, 13-12631, Дубна, 1979, 11с.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 января 1981 года.