

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Л-971

12/6-74  
13 - 7699

1842/2-74

Р.Ляйсте, Ю.П.Мереков, Нго Куанг Зуй,  
Г.Хемниц, Н.Н.Хованский

АППАРАТУРА СОПРЯЖЕНИЯ С ЭВМ  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ПОИСКУ НОВЫХ  
ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ И АНТИЯДЕР

**1974**

**ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ**

13 - 7699

Р.Ляйсте, Ю.П.Мерекон, Нго Куанг Зуй,  
Г.Хемниц, Н.Н.Хованский

АППАРАТУРА СОПРЯЖЕНИЯ С ЭВМ  
В ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО ПОИСКУ НОВЫХ  
ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ И АНТИЯДЕР

*Направлено в ПТЭ*

При проведении поиска новых тяжелых частиц и антиядер <sup>/1,2/</sup> на ускорителе У-70 ИФВЭ /Серпухов/ регистрирующая аппаратура работала на линии с ЭВМ, накапливающей информацию и контролирующей ход эксперимента. Использовалась вычислительная машина среднего класса БЭСМ-3М, модернизированная для работы в режиме на линии <sup>/3/</sup>. ЭВМ имеет трехадресную систему команд с широким набором операций, включая действия над числами с плавающей запятой. Длина машинного слова - 45 разрядов, цикл памяти - 10 мксек. Обмен информацией с периферийными устройствами организован через дуплексный автономный канал связи /АКС/, разработанный в ЛВТА ОИЯИ <sup>/4/</sup>. ЭВМ находилась на расстоянии около 100 м от экспериментальной установки.

Экспериментальная аппаратура <sup>/5/</sup>, состоящая из сцинтилляционных и черенковских детекторов и быстрой электронной логики, регистрировала частицы пучка, вырабатывала мастер-сигнал события - прохождения частицы, выделенной по заданной совокупности признаков, регистрировала сигналы, содержащие временную, амплитудную и логическую информацию о событиях и конвертировала временную информацию в амплитудную.

Регистрируемая информация содержит данные, относящиеся к циклу интенсивности в целом, и данные, характеризующие каждое отдельное событие. В каждый цикл ускорения от установки поступают:

а/ служебная информация - номер эксперимента, код условий работы и т.д.;

б/ мониторинговая информация - интегральные показания пересчетных схем, содержащие число частиц, регистрируемых отдельными детекторами и их комбинациями в совпадениях и антисовпадениях в течение импульса интенсивности;

в/ абсолютная временная отметка цикла интенсивности;

г/ напряжение питания на фотоумножителях и в стойках электроники.

Для каждого события регистрируются:

а/ временные отметки и амплитуды сигналов от счетчиков;

б/ логическая информация - метки событий, код комбинаций сработавших счетчиков и т.д.

в/ временная отметка каждого регистрируемого события внутри цикла интенсивности.

Для передачи информации от детекторов в АКС необходима специальная аппаратура сопряжения. Прежде всего, часть данных /амплитуды, временные интервалы/ должна быть преобразована из аналоговой в цифровую форму. Далее необходимо предусмотреть промежуточные накопители-регистры для временного хранения массива регистрируемых данных, поскольку информация регистрируется практически одновременно /в течение нескольких сот наносекунд/ от многих детекторов, а передача в ЭВМ должна осуществляться в соответствии с циклом работы АКС скомпонованными из этой информации машинными словами. Для организации выполнения всех этих функций требуется блок управления в аппаратуре сопряжения. Наконец, необходимо согласовать выходные потенциалы с требованиями входных цепей АКС и обеспечить достаточную мощность на выходе для передачи сигналов по кабельным линиям на значительное расстояние.

Регистрируемая информация различается по разрядности, объему вспомогательной памяти, необходимой для промежуточного хранения данных, и времени передачи в ЭВМ. Например, если данные, относящиеся к циклу ускорения в целом, должны передаваться в промежутках между циклами интенсивности, то информация об отдельном событии требует при ограниченном объеме промежуточной памяти пересылки непосредственно во время цикла интенсивности. Схемная реализация управления обменом информацией с ЭВМ в этом случае получается достаточно сложной и ее трудно модифицировать при

изменении условий эксперимента. Поэтому при разработке аппаратуры сопряжения регистрирующей электроники с каналом связи ЭВМ было принято решение использовать программное управление передачей информации от ЭВМ с помощью команд управления в канале. Регистром промежуточного хранения данных ставятся в соответствие адреса, которые используются в программе ЭВМ для инициирования передачи информации. В частности, самостоятельный адрес присваивается каждому машинному слову информации от событий, словам служебной информации и т.д. Таким образом, последовательность приема и объем принимаемых данных могут изменяться программным путем, что обеспечивает максимальную гибкость работы установки. Кроме того, если возникает необходимость передачи информации от дополнительных источников, такую систему легко расширить. Это является весьма существенным преимуществом при подготовке эксперимента или использовании аппаратуры в новом эксперименте.

На рис. 1 представлена блок-схема регистрации и передачи данных в ЭВМ.

Сигналы с выходов быстрых логических электронных схем передавались на соответствующие входы аппаратуры сопряжения экспериментальной установки с ЭВМ.

Аппаратура сопряжения по своим функциям подразделяется на две части:

1. Регистрирующая часть, осуществляющая съем дискретной и аналоговой информации с детекторов, преобразование аналог-код и промежуточное запоминание данных до передачи в память ЭВМ.

2. Устройство связи, которое организует перевод информации из промежуточной памяти в память ЭВМ.

Требования к регистрирующей части определяются условиями физического эксперимента, а основные параметры устройства связи задаются, исходя из характеристик ЭВМ.

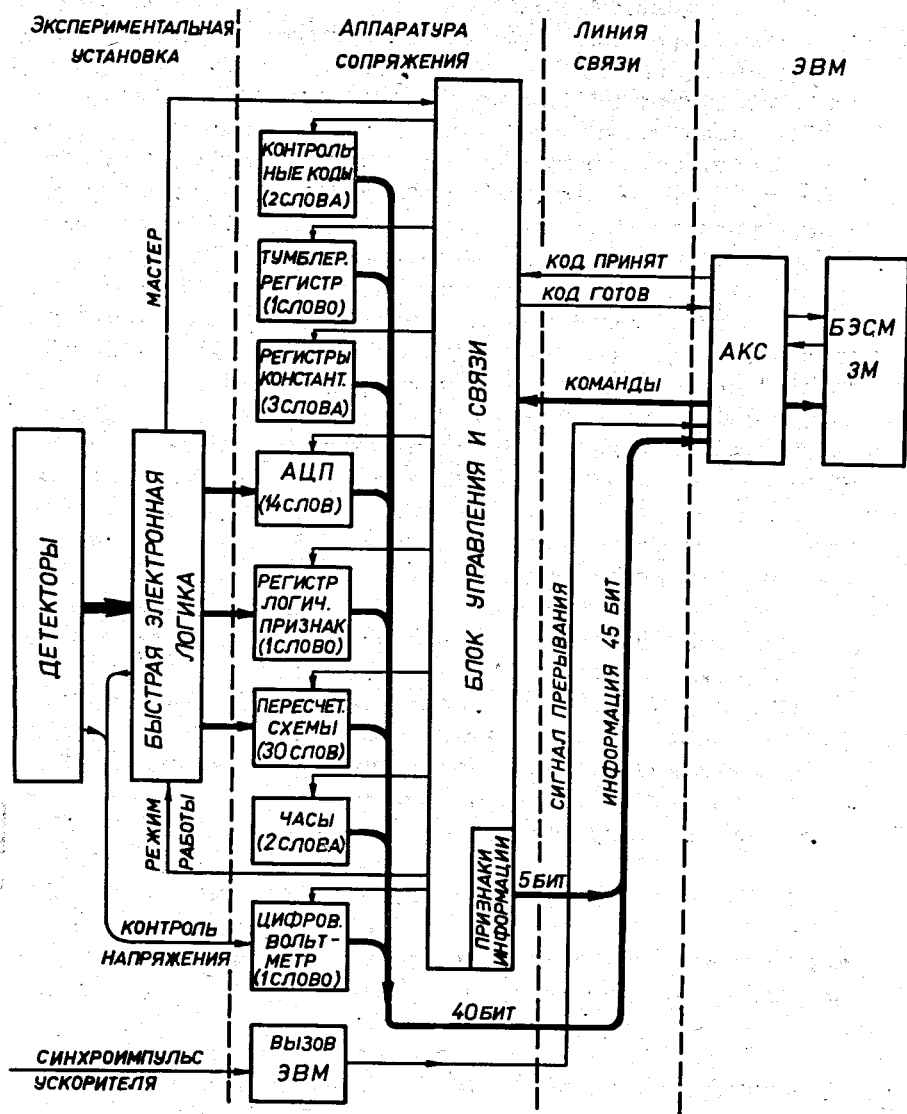


Рис. 1. Блок-схема сопряжения экспериментальной установки с ЭВМ.

## Регистрирующая электроника

Регистрирующую часть аппаратуры сопряжения составляют следующие блоки:

1. Амплитудные кодировщики - 56 амплитудно-цифровых преобразователей /АЦП/ по 1024 канала каждый и электроника, организующая работу преобразователей с внешними аналоговыми и дискретными сигналами. Одно машинное слово комплектовалось кодами четырех АЦП /4 x 10 бит/. Информация об одном регистрируемом событии занимала 14 машинных слов. Организация работы системы АЦП описана в отдельной статье /6/.

2. Тумблерный регистр из 40 тумблеров, состояние которых может быть считано в ЭВМ. Используется для реализации простейших команд управления программой ЭВМ, таких как пуск и остановка программы, указание номеров выводимых на цифropечать гистограмм и т.д., а также для отладки и периодической проверки связи с ЭВМ.

3. Блок констант - представляет собой набор 30 переключателей, каждый из которых содержит шифратор для перевода десятичной цифры в двоичный код. Содержимое блока констант передается в ЭВМ в виде трех 40-разрядных слов. Константы используются для задания служебной информации.

4. Регистр логических признаков - содержит 40 триггеров, каждый из которых может быть установлен в состояние "1" подачей внешнего сигнала в стандарте NIM. Минимальная длительность входных сигналов составляет 15 нсек.

5. Пересчетные приборы в количестве 30 штук, сгруппированные в трех стандартных стойках "Печать"/7/. Каждая стойка содержит 10 пересчетных приборов и электронику вывода информации по сигналам запроса из ЭВМ. Емкость каждого пересчетного прибора - 7 десятичных знаков. Быстродействие приборов после некоторой модификации было доведено до 30 МГц. Время считывания информации с одной стойки не превышает 1 мсек.

6. Часы, состоящие из двух блоков, каждый из которых выдает текущий отсчет времени по внешнему

сигналу: первый - в диапазоне от 1 мксек до 10 сек /микрочасы/, второй - от 1 сек до 24 час. Имеется возможность по внешнему сигналу /например, по сигналу мастера/ пересылать мгновенное состояние микрочасов в отдельный буфер, откуда эта информация может быть считана по сигналу запроса из ЭВМ.

7. Цифровой вольтметр типа "DM-2010" - фирмы DYNAMCO, с помощью которого измерялись напряжения на ФЭУ и в стойках с быстрой электронной логикой через входной коммутатор на 27 положений. Информация об одном измерении содержит 27 бит, из которых 20 отведено на 5 десятичных знаков измеряемого напряжения, 1 бит - на сигнал превышения предела измерения, 1 - для знака измеряемого напряжения и 5 - под условный номер положения входного коммутатора. Переключение коммутатора осуществлялось по команде из ЭВМ.

8. Регистр контрольного кода - фиксированная информация в виде двух машинных слов, первое из которых содержит "1" во всех четных битах, а второе - в нечетных. Передается в ЭВМ один раз в каждом цикле интенсивности и используется для оперативного контроля связи с ЭВМ.

### Устройство связи

На рис. 2 и 3 показаны блок-схема устройства связи и временная диаграмма его работы. Передача информации начинается с сигнала "Вызов ЭВМ", который формируется от синхроимпульса ускорителя. По этому сигналу ЭВМ прерывает текущие вычисления и переходит на программу приема. Синхроимпульс ускорителя также переводит аппаратуру сопряжения в начальное состояние. В дальнейшем управление обменом информацией происходит по инициативе ЭВМ. В программе приема на регистр управляющих сигналов /РУС/ выставляются последовательно начальный и конечный адреса схем аппаратуры сопряжения, которые должны передавать информацию. Адреса задаются в младших пяти разрядах РУС, а два старшие разряда служат признаками адресов: 6 бит

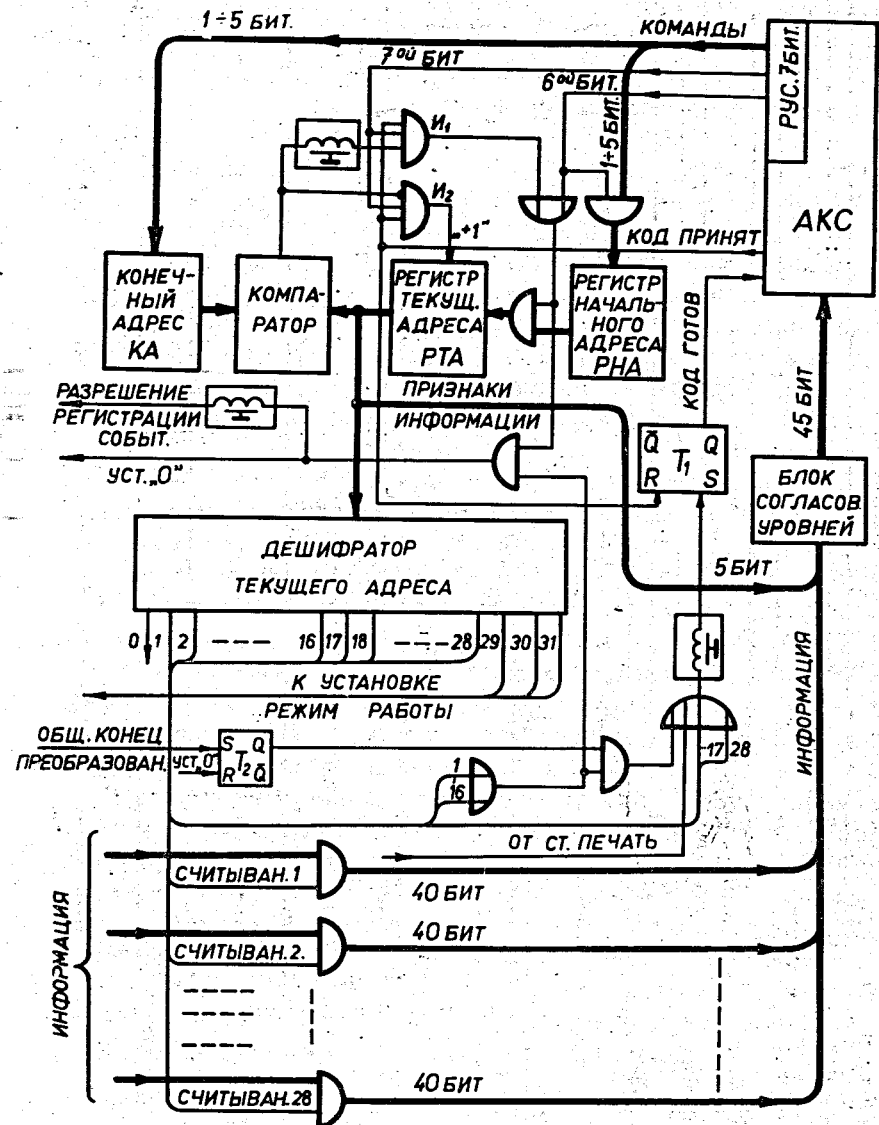


Рис. 2. Блок-схема устройства управления и связи.

сброса интенсивности. При передаче информации от стоек пересчетных устройств появление адреса стойки на РТА инициирует работу ее местной схемы управления. После каждого сигнала "Код принят" эта схема устанавливает на шинах линии связи содержимое очередного пересчетного прибора и сигнал "Код готов". В программе ЭВМ производится отдельное обращение к каждой стойке "Печать" и не указывается признак конечного адреса, что блокирует добавление "+1" в РТА.

С адресами 29-31 связаны линии управляющих сигналов, которые используются для изменения режима работы экспериментальной установки.

Передача информации в ЭВМ происходила со скоростью работы канала АКС, равной  $125 \times 10^3$  слов/сек. Время регистрации и передачи одного события составляло  $(100 + 8 \times n) / \text{мксек}$ , где  $n$  - число машинных слов в событии. Программная задержка приема информации после получения сигнала "Вызов ЭВМ" практически не превышала 2 мсек.

Аппаратура сопряжения выполнена на интегральных микросхемах и проработала без отказов более 1500 час.

Благодаря универсальности организации аппаратуры оказалось возможным выполнить параллельно ряд методических исследований, в которых структура передаваемой информации существенно отличалась от стандартной. Так, при изучении временных и амплитудных характеристик сцинтилляционных счетчиков в условиях больших импульсных нагрузок  $^{18}$ , а также в измерениях микроструктуры внутреннего пучка ускорителя необходимо было стробировать сброс интенсивности ускорителя по малым интервалам времени.

В заключение авторы приносят благодарность Я.В.Гришкевичу за участие в начальной стадии разработки, Е.Д.Городничеву, Г.М.Кадыкову, С.В.Кадыковой, Н.Ф.Фурманцу - за консультации и помощь при отладке аппаратуры на ЭВМ, а также лаборантам и механикам сектора №11 ОЭЯФ-1 ЛЯП, выполнившим большой объем монтажных работ.

#### Литература

1. Б.Ю.Балдин и др. "Наблюдение ядер антитрития", доклад на III Международном симпозиуме по физике высоких энергий и элементарных частиц. Синая/СРР/, 1973 г. ОИЯИ, Д1,2-7781, Дубна, 1974.
2. Б.Ю.Балдин и др. "Поиск новых тяжелых частиц в р-ядро-соударениях при энергии протонов 70 ГэВ". Там же.
3. А.И.Барановский и др. Депонированное сообщение ОИЯИ, Б1-10-4643, Дубна, 1969.
4. Е.Д.Городничев и др. Сообщение ОИЯИ 13-5053, Дубна, 1970.
5. Я.В.Гришкевич и др., ОИЯИ, Д-5805, стр. 29, Дубна, 1971.
6. Б.Ю.Балдин и др. Препринт ОИЯИ 13-7751, Дубна, 1974.
7. А.Грачев, С.С.Кирилов. Препринт ОИЯИ 10-4174, Дубна, 1968.
8. М.Ю.Казаринов и др. ПТЭ, №1, 81 /1973/.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 февраля 1974 года.