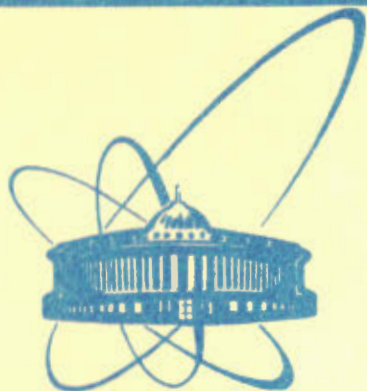


2830/84



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-84-154

В.А.Арефьев, В.К.Бирулев, Б.Н.Гуськов,
И.Н.Какурин, Д.А.Кириллов, А.Н.Максимов,
А.Н.Морозов, В.Е.Симонов

**СТЕНД, МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЙ АППАРАТУРЫ
И ДЕТЕКТОРОВ ЧАСТИЦ
СПЕКТРОМЕТРА БИС-2**

1984

Для поиска новых частиц в адрон-адронных взаимодействиях на серпуховском ускорителе в 1976 + 1979 гг. был создан бесфильмовый спектрометр БИС-2 ОИЯИ^{/1/}. В состав спектрометра входят /рис.1/: система пропорциональных камер /ПК//около 9 тыс. сигнальных проволок/, система сцинтилляционных счетчиков /около 100 шт./, включая счетчики окружения мишени /СОМ/, многоканальные пороговые газовые черенковские счетчики /МПГЧС-2 шт/, один в зазоре магнита СП-40^{/1/}, другой - за ПК, двухплечевой годоскоп черенковских счетчиков полного поглощения /ЧСПП/ на 140 каналов. Объем электроники спектрометра - около 50 крейтов КАМАК. На линии с ЭВМ ЕС-1040, ТРА-1001i находятся 3 ветви КАМАК.

Перед установкой детекторов и аппаратуры в спектрометр БИС-2 они проверялись, настраивались и исследовались. С этой целью создан специальный автоматизированный стенд на основе ЭВМ ТРА-1001i, организация и развитие которого описаны в данной работе.

Начало организации стендовых работ связано с испытанием и исследованием пропорциональных камер ПК1 и ПК2, размеры которых составляли 200x200 мм² и 300x400 мм² соответственно. Шаг намотки сигнальных проволок - 2 мм. Блок-схема электронной части стенда приведена на рис.2. Стенд включает следующие элементы:

- "координатор" - механическое устройство, на котором размещается исследуемая ПК, позволяющее проводить измерения в любой точке рабочей области ПК с точностью 0,5 мм /координатор на рисунке не показан/;
- монитор, состоящий из двух сцинтилляционных счетчиков, собирающих свет с одного сцинтиллятора;
- систему коллиматоров, внутри которой размещается радиоактивный источник ⁹⁰ Sr, позволяющий фокусировать пучок электронов шириной 1 мм;
- схему запуска, организованную на основе стандартных блоков быстрой электроники^{/2/};
- электронную аппаратуру регистрации сигналов с ПК /4-канальные усилители 4-УФП^{/3/}, размещенные на камере, 20-канальные регистры ПКР^{/3/}, расположенные в крейте КАМАК/ и формирования сигналов "быстрое ИЛИ";
- время-цифровой преобразователь /ВЦП/^{/4/}.

Задержка информационного сигнала с ПК относительно строга записи в регистры, организуемого схемой запуска, осуществляется коаксиальным кабелем. Регистрирующая электроника проверяется тестовыми сигналами от генератора, поступающими на в/в плоскость. С сигнальных проволок снимается наведенный сигнал.

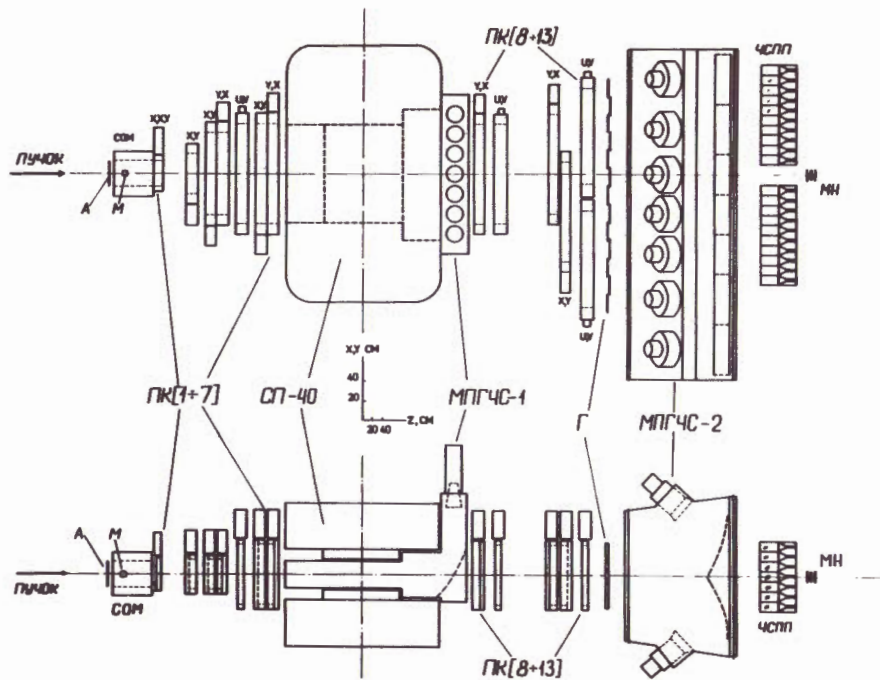


Рис.1. Блок-схема расположения аппаратуры БИС-2 на канале 4Н.

Для считывания данных с ПК в ЭВМ ТРА-1001i разработан интерфейс /ИНТ/, установленный на внутренней магистрали программного канала и соединенный с контроллером крейта. Блок-схема интерфейса приведена на рис.3. В качестве дисплея использован осциллограф типа OSA-601^{/5/}. Информация на дисплей поступает с выходных шин буферного регистра ЭВМ /АКР0 + АКР7/^{/6/} через 8-разрядный цифроаналоговый преобразователь /ЦАП/, построенный по методу весовых сопротивлений^{/7/} и включенный в состав интерфейса. В интерфейсе используются следующие команды ввода-вывода, коды которых передаются на вход дешифратора интерфейса 9-разрядными словами по шинам МРР3 + МРР11 внутренней магистрали ЭВМ: 6116 - разрешение прерывания от контроллера, 6117 - проверка сигнала L от контроллера, 6110 - пуск цикла КАМАК и запись информации в ЭВМ, 6151 - вывод информации на дисплей - X-координата, 6152 - вывод информации на дисплей - Y-координата, 6153 - вывод информации на дисплей - "подсветка".

Для управления работой стенда и вывода необходимых гистограмм написана программа ТЕСТ ПК, алгоритм работы которой приведен на рис.4. Стенд работает следующим образом. Информация с ПК записы-

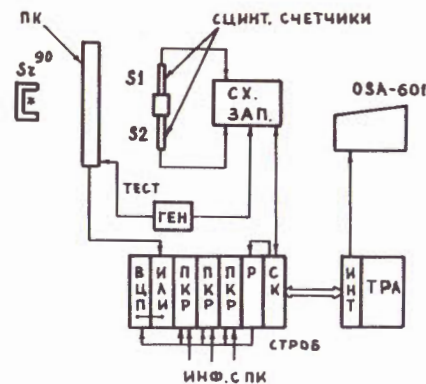
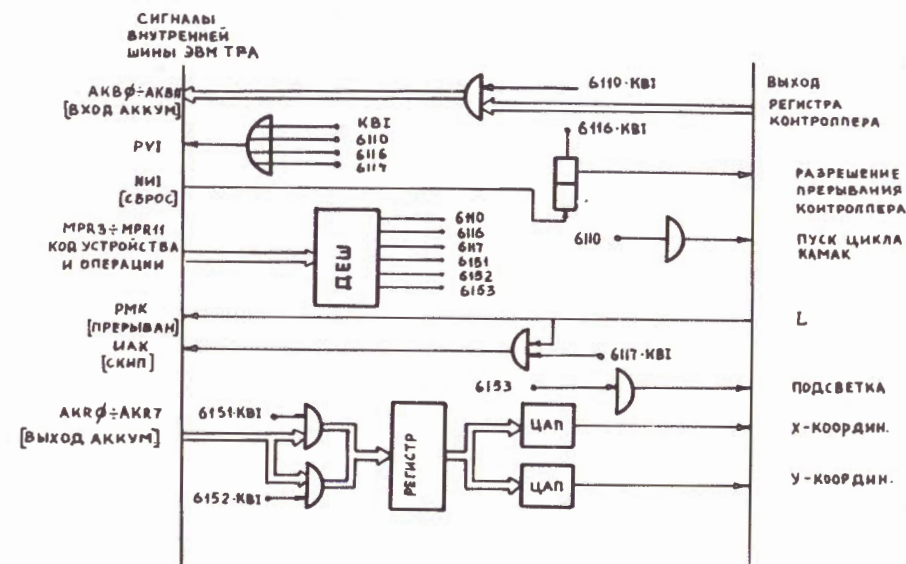


Рис.2. Блок-схема электронной части стенда для испытания пропорциональных камер с регистрирующими блоками ПКР.

Рис.3. Блок-схема интерфейса связи ЭВМ ТРА-1001i с контроллером крейта СК.



вается по строб-сигналу во входные регистры, расположенные в крейте КАМАК. Сигнал L из контроллера, объединяющий по ИЛИ сигналы L от входных регистров и указывающий на наличие информации, поступает в интерфейс и вызывает прерывание программы по шине РМК^{/6/}. По команде 6110 производится пуск цикла КАМАК, и данные из регистров через контроллер 12-разрядными словами записываются в буферный регистр ЭВМ по входным шинам АКВ0 + АКВ11. При приеме информации в ЭВМ по команде 6117 проверяется наличие сигнала L от контроллера, и в его отсутствие осуществляется переход к соответствующей подпрограмме. На этом заканчивается прием информации с ПК в ЭВМ /рис.4а/. Программа переходит к основному циклу - выводу информации на дисплей /рис.4б/. Данные из ЭВМ по желанию оператора выводятся на дисплей или телетайп.

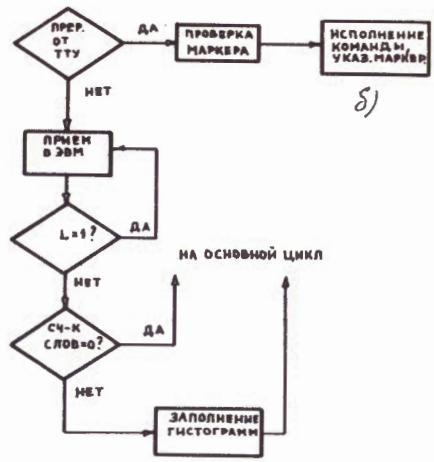
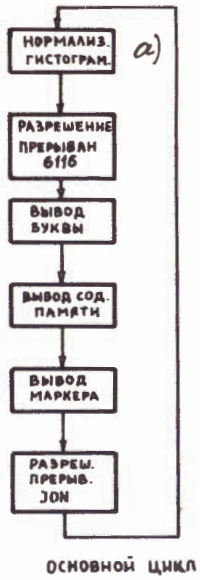


Рис.4. Алгоритм работы программы ТЕСТ ПК а/ основной цикл, б/ программа приема.

- Программа ТЕСТ ПК позволяет получать следующую информацию для ПК:
- частота срабатывания проволок за время экспозиции /профиль пучка/ /рис.5а/;
 - эффективность ПК;
 - распределение по числу кластеров /рис.5б/;
 - число событий, в которых сработало одновременно определенное число соседних проволок /рис.5в/;
 - временной спектр сигналов с ПК /рис.5г/.

Временной спектр снимается с помощью ВЦП, когда в качестве старт-сигнала используется сигнал, вырабатываемый схемой запуска, а в качестве стоп-сигнала - "быстрое ИЛИ" ПК /рис.2/. На стенде проведены детальные исследования ПК1, ПК2 перед их установкой в спектрометр. Результаты испытания ПК на стенде описаны в /8/.

В дальнейшем в состав спектрометра БИС-2 были введены 2-координатные ПК с размерами рабочей области 300x400 мм² и шагом сигнальных проволок 2 мм. Для них разработана новая электроника, полностью размещенная на камерах /9/. Считывание данных с ПК производится блоком ПКУ /10/, установленным в крейте КАМАК. Для испытания и исследования новой электроники и ПК схема стенда была преобразована /рис.6/, применен стандартный контроллер крейта для ЭВМ ТРА типа САМ 1.02. Блок-схема электроники одной камеры приведена на рис.7.

Для считывания информации с регистров ПКР использован входной регистр ПВР-443 /11/, при этом в схемы блока ПВР-443 и СК вне-

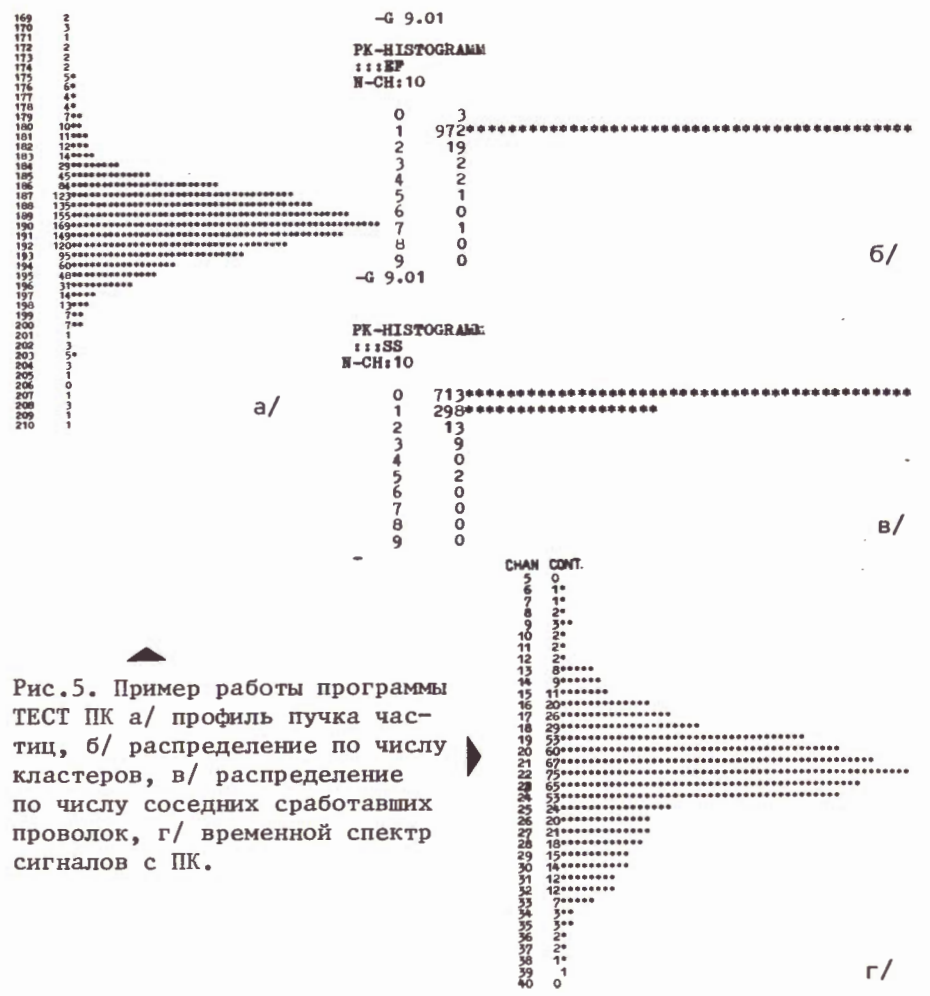


Рис.5. Пример работы программы ТЕСТ ПК а/ профиль пучка частот, б/ распределение по числу кластеров, в/ распределение по числу соседних сработавших проволок, г/ временной спектр сигналов с ПК.

сены изменения /12/. Канал регистрирующей аппаратуры для этих ПК состоит из усилителя, одновибратора задержки, триггера памяти со стробированием и ворот считывания. Аппаратура разрабатывалась в двух вариантах: на элементах ЭСЛ, серии К138, с высоким быстродействием /тип 8-УЗП/ /13/ и на элементах ТТЛ, серии К155, с хорошей помехоустойчивостью /тип 8 СВРС/ /9/. Оба типа электроники были испытаны на стенде в нормальных условиях и при наличии высокого уровня помех от искрового разрядника.

При испытаниях в отсутствие внешних помех в первом варианте на плате 8-УЗП происходило ложное срабатывание 2% запоминающих триггеров, во втором варианте система работала надежно. При исследовании на помехоустойчивость был применен высоковольтный

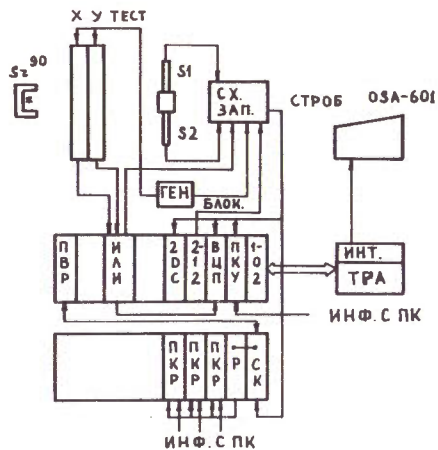


Рис.7. Блок-схема регистрирующей аппаратуры одной камеры.

разрядник с напряжением 10 кВ и накопительной емкостью 5 мкФ, при этом провод-антенна от разрядного промежутка помещался непосредственно на ПК.

Результаты испытаний 1-го варианта:

Под действием сигнала-разрядника происходило ложное срабатывание 50% запоминающих триггеров на ПК.

Результаты испытаний 2-го варианта:

Сигналы от разрядника не оказывают существенного влияния на работу запоминающих триггеров.

В итоге выбран 2-й вариант /блоки 8СВРС/ и изготовлено 700 каналов электроники ПК. Для исследования ПК на стенде программа ТЕСТ ПК была изменена в соответствии с использованием контроллера САМ 1.02 и новой электроники ПК. Кроме того, при исследовании ПК на стенде с блоком считывания ПКУ оценено быстродействие системы считывания^{10/}.

По мере создания и развития спектрометра БИС-2 понадобилось исследование не только ПК, но и других видов детекторов и электронной аппаратуры, работающей на линии с ЭВМ. Регистрирующая электроника БИС-2 на первом этапе размещалась в двух ветвях КАМАК /впоследствии она была расширена до трех ветвей/.

Возникла необходимость организации системы считывания информации с нескольких ветвей КАМАК при работе с несколькими ЭВМ. Для этой цели применен системный кейт^{14/}. В качестве контрол-

Рис.6. Блок-схема электронной части стенда для испытания пропорциональных камер с регистрирующей электроникой, размещенной на камере.

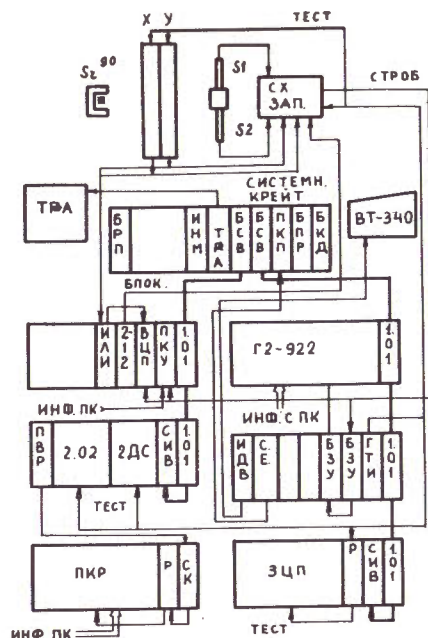
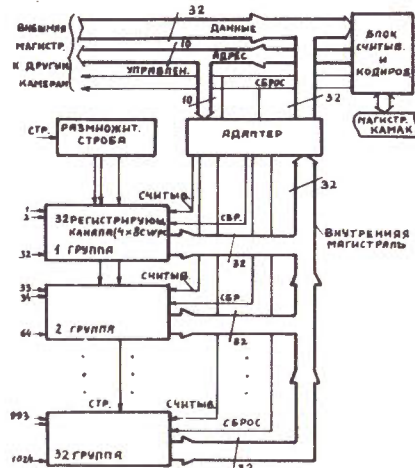


Рис.8. Блок-схема электронной части стенда для испытания пропорциональных камер с тремя типами регистрирующей аппаратуры.

лера крейта использован стандартный контроллер типа А/САМ 1.01/^{14/}. Считывание информации в ЭВМ ТРА-1001i осуществляется посредством интерфейса ТРА-877/^{4/}, расположенного в системном крейте. Для чтения информации с годоскопических систем использован блок ПКП-381/^{15/}. Блок-схема стенда представлена на рис.8.

На стенде проведен большой комплекс работ: проверка интерфейса ТРА-877, проверка и настройка работы системного крейта в 4 режимах: ASM, SM, RM и программном режиме, проверка контроллеров САМ 1.01, настройка режимов работы блока ПКП-381 в системном крейте, проверка и наладка годоскопических блоков для ПК-12-922/^{4/}, проверка зарядоцифровых преобразователей для ЧСПП-ЗЦП-392/^{16/}, проверка управляемых блоков задержки - 2БЗУ-123/^{4/}, проверка пересчетных схем - 2ДС-421/^{14/} и САМ 2.02/^{14/} и др.

В результате исследований на стенде были выбраны следующие режимы работы системного крейта и блока ПКП-381 для считывания данных с регистрирующей аппаратуры различных детекторов спектрометра:

- ПК 300x400 мм² /1000 каналов/ - режим SM системного крейта;
- ПК с годоскопами Г2-922/8000 каналов/ - режим С блока ПКП-381 /производится передача в ЭВМ каждой сработавшей проволоки в кодированном виде 24-разрядным словом КАМАК/;
- ЧСПП /ЗЦП-392/ - режим Д блока ПКП-381 /производится чтение 16-разрядного слова данных со станции крейта с L = 1 и осуществляется его передача в ЭВМ/;
- пересчетные схемы - режим ASM системного крейта;
- БНК, САМ. 2.12-3/^{14/} и др. отдельные блоки - программный режим системного крейта. При этом ставилась цель: обеспечить наибольшее быстродействие при передаче информации с детекторов в ЭВМ и наиболее полное ее сжатие, с учетом особенностей работы детекторов, плавающего массива данных, возможностей системного крейта и блока ПКП-381, ограничения стандарта КАМАК /возможности установки в ветви КАМАК до 7 крейтов/, большого количества и разнообразия аппаратуры в спектрометре БИС-2.

Написан комплекс программ^{17/}, позволяющий проводить проверку работы как отдельных блоков, так и детекторов в целом.

На созданном испытательном стенде были достигнуты следующие результаты:

- проведены испытания и исследования всех пропорциональных камер, входящих в состав спектрометра БИС-2 с тремя типами электроники. Результаты исследований характеристик ПК на стенде подробно описаны в^{18/};
- произведена проверка и настройка системного крейта, интерфейса ТРА-877, блока считывания и кодирования информации ПКП-381. Выбраны режимы работы системного крейта и блока ПКП-381;
- проверены годоскопы для сцинтилляционных счетчиков, зарядоцифровые преобразователи для ЧСПП;
- проверены и налажены практически все блоки электроники, необходимые для процесса передачи данных в ЭВМ;
- написан комплекс программ для контроля аппаратуры БИС-2^{17/}.

Накопленный опыт в применении ЭВМ ТРА-1001i для контроля и проверки аппаратуры на стенде использован в организации системы считывания информации при работе спектрометра БИС-2 на канале 4Н серпуховского ускорителя, где спектрометр БИС-2 работает на линии с двумя ЭВМ ЕС-1040 и ТРА-1001i.

Проверка и исследование аппаратуры и детекторов на стенде позволили существенно сократить сроки создания спектрометра БИС-2.

В заключение авторы выражают благодарность С.Г.Басиладзе, В.А.Смирнову, Л.Г.Ефимову за помощь в создании стенда, М.Ф.Лихачеву - за поддержку работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 1-80-644, Дубна, 1980.
2. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 1-5910, Дубна, 1971.
3. Бирулев В.К. и др. ОИЯИ, 13-7013, Дубна, 1973.
4. Ефимов Л.Г. и др. ОИЯИ, 13-12170, Дубна, 1979.
5. Operating Instructions Oscilloscope OSA-601, Warszawa, 1966.
6. Interface Manual ТРА-1001i, KFKI Budapest, 1970.
7. Четвериков В.Н. Преобразование и передача информации в АСУ. "Высшая школа", М., 1974.
8. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 13-80-464, Дубна, 1980.
9. Гуськов Б.Н. и др. ОИЯИ, 13-12039, Дубна, 1978.
10. Бирулев В.К. и др. ОИЯИ, 13-80-144, Дубна, 1980.
11. Черных Е.В. ОИЯИ, 10-7913, Дубна, 1974.
12. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 10-80-433, Дубна, 1980.
13. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, 13-7218, Дубна, 1973.
14. KFKI SAMAC Modules Catalog, KFKI Budapest, 1974.
15. Басиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-10026, Дубна, 1976.
16. Басиладзе С.Г., Маньяков П.К., ОИЯИ, 13-8548, Дубна, 1975.
17. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 10-80-253, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 марта 1984 года.

Арефьев В.А. и др.

13-84-154

Стенд, методика испытаний аппаратуры и детекторов частиц спектрометра БИС-2

Описываются стенд и методика испытаний аппаратуры и детекторов частиц спектрометра БИС-2. Стенд создан на основе электронной аппаратуры, разработанной в ЛВЭ. Информация с детекторов считывается в ЭВМ ТРА-1001i и выводится на дисплей и телетайп. Написан комплекс программ, позволяющий исследовать характеристики детекторов и электронной аппаратуры. На стенде проведены испытания всех пропорциональных камер спектрометра, проверка и настройка аппаратуры регистрации и передачи данных в ЭВМ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Arefiev V.A. et al.

13-84-154

Bench and Methods of Investigation of Apparatus and Particle Detectors of Spectrometer BIS-2

The bench has been designed on the base of electronic apparatus developed at HEI. The information from detectors is reading into TPA-1001i computer and output on display and teletype. Complex of programs is written which permits to investigate characteristics of detectors and electronics. Spectrometer proportional chambers are tested on a bench, apparatus for registration and data transfer to computer was checked and tuned. Bench checking and investigation of apparatus and detectors permitted to diminish essentially time of BIS-2 spectrometer creation.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984