индекс 3624

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-405(12)-80

В.В.АВАКЯН, Д.С.ОГАНЕЗОВА

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПРИЁМА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ "ПИОН" НА БАЗЕ ДВУХ "НАИРИ"

ЕРЕВАН 1980 ЕРЕВАН

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-405(I2)-80

В.В.АВАКЯН, Д.С.ОГАНЕЗОВА

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ "ПИОН" НА БАЗЕ ДВУХ "НАИРИ"

Ереван I980

Ереванский Физический ИНСТИТУТ Зал препринтов

© *Ереванский физический институт*, 1980

Введение

Исследования физики космических лучей высоких и сверхвысоких энергий требуют создания экспериментальных установок с большой светосилой, содержащих множество информативных каналов [I] . Это продиктовано малой интенсивностью частиц больших энергий в потоке космических лучей.

В последнее десятилетие все более и более в подобных экспериментах внедряются системы автоматизации приема и обработки информации с применением ЭВМ [2, 3] .

В конце 1976 г. на горе Арагац была смонтирована и запущена установка для изучения состава потока адронов высоких энергий в космических лучах и исследований характеристик их взаимодействия с разными веществами [4] .

Установка состоит из ионизационного калориметра, детектора рентгеновского переходного излучения (РПИ) и годоскопа. Данная установка позволяет определять траекторию прохождения частиц, измерять их энергию и лоренц-фактор. Измерение этих параметров дает возможность идентифицировать адроны по их массам и заряду, т.е. разделять и отдельно изучать характеристики взаимодействия пионов, протонов и нейтронов с различными ядрами мишени.

Энергия частиц определяется исследованием ядерно-электронных каскадов, инициированных адронами в калориметре. Суть метода заключается в измерении количества электронов в каскаде при

помощи ионизационных камер ИК, расположенных под разными толщинами вещества калориметра. Измерение величины электрического заряда (амплитуд импульсов) на выходах ИК пропорционально количеству проходящих частиц через данную камеру. Сумма зарядов по всему калориметру определяет энергию частицы, вызвавшей данный каскад [1].

РПИ детектор состоит из четырех одинаковых модулей, представляющих собой слоистую среду и многонитяную амплитудную пропорциональную камеру (АПК), регистрирующую переходные γ-кванты [5]. Величина амплитуды на выходах анодных нитей АПК соответствует суммарному энерговыделению, обусловленному ионизационными потерями проходящего заряженного адрона и фотоэлектронов, которые образуются переходными γ-квантами. Измеряя амплитуды от АПК, можно определить количество γ-квантов, пропорциональных лоренц-фактору адрона ($\gamma = E/mc^2$).

Координатные пропорциональные многонитяные камеры (КПК) годоскопа в сочетании с информацией от АПК и ИК дают возможность определить заряд и зенитный угол проходящей частицы.

Таким образом анализ информации с установки заключается в измерении амплитуд импульсов с АПК и ИК и регистрации наличия срабатывания в КПК.

Программа физической обработки обеспечивает восстановление траектории в пространстве, определение оси ливня в ИК, измерение физических параметров каскадов, исследование углового распределения проходящих через установку адронов, определение среднего суммарного энерговыделения в АПК по траектории частиц, место взаимодействия частиц и т.д. [6].

Набор специальных программ обеспечивает контроль и проверку правильности работы разных узлов установки как во время наладки и работы установки, так и после набора определенной

статистики.

Существует программа калибровки АПК и КПК, с помощью которой снимаются кривые распределения ионизационных потерь во всех АПК и эффективность работы КПК при запуске установки от одиночных μ-мезонов малых энергий.

Наш выбор комплекса, состоящего из двух "Наири", НМЛ и АЦПУ-128, полностью обеспечивает решение этих задач. Запись всей информации на магнитную ленту дает возможность проводить дальнейшую физическую обработку на других больших ЭВМ. Наличие АЦПУ-128 позволяет проводить оперативный контроль работы установки, дублирует вывод информации в виде трафаретов, дающих возможность проводить ручную обработку сложных для ЭВМ событий. Для реализации задач, физических и калибровочных, нами выполнен ряд модернизаций работы "Наири" и АЦПУ. В основном они осуществлены программно в виде прошивки в дополнительных кассетах ДЗУ. К числу модернизаций относятся: сочетание "Наири-2"-"Наири-1" - АЦПУ-128, осуществление прерывания, буферизация.

Впервые в 1975 г. на нашей установке использована разработанная на заводе "Электрон" связь "Наири-2" с НМЛ "Изот".

Использование ЭВМ "Наири-2" и НМЛ "Изот" для осуществления приема обработки и накопления информации.

Малая универсальная вычислительная машина "Наири-2" предназначена для решения инженерных и математических задач.

Основные технические данные [7]:

1. Объем оперативной памяти ОЗУ-2048 36-разрядных двоичных кодов (слов).

2. Объем долговременной памяти ДЗУ-16384 36-разрядных слов.

3. Устройство управления основано на принципе микропрограм много управления с использованием для хранения микропрограмм первых 2048 адресов ДЗУ, имеющих 72 разряда.

4. Тактовая частота - I00 кгц.

5. Внешние устройства ВУ - печатающий механизм Consul-254 (скорость печати 5-7 символов/сек);

- фотосчитывающий механизм FS-I50I, работающий в стратстопном режиме;

- перфоратор ПЛ-80.

6. Язык ЭВМ - специфический язык "Наири".

ЭВМ позволяет за счет конструктивной взаимозаменяемости накопителей ДЗУ установление новой кассеты с нужной заказчику программой.

Подключение дополнительных внешних устройств не предусмотрено и требует специальной разработки.

В нашем эксперименте с помощью "Наири-2" осуществляется прием, обработка, накопление, хранение и распечатка поступающей информации и полученных результатов.

Прием информации.

Каждое срабатывание установки, т.е. каждое событие в виде набора информации от детекторов годоскопа (288 каналов), амплитудных пропорциональных камер (I08 каналов) и ионизационного калориметра (384 канала) передается для анализа в ЭВМ .

Амплитудная информация с АПК через электронный коммутатор передается в блок амплитудного преобразователя БАП, цуг с выхода которого пересчитывается девятиразрядным счетчиком и в выходном регистре интерфейса [8] упаковывается в 36-разрядное машинное слово. Каждое машинное слово содержит информацию с четырех каналов АПК. После заполнения выходного регистра, выра-

батывается сопровождающий импульс и содержимое выходного регистра параллельно передается в сумматор ЭВМ . Вся информация с АПК передается в ЭВМ 29 словами.

По такому же принципу в ЭВМ передается амплитудная информация с ИК через герконный коммутатор в виде 96 машинных слов.

Годоскопическая информация в кодовом виде передается параллельно в выходной регистр, заполнение которого соответствует считыванию с двух камер. Информация с годоскопа передается в ЭВМ 9 словами.

Сигнал "начало" длительностью 3 мкс, амплитудой - 5 в с интерфейса вырабатывается сразу же после прихода мастерного импульса, означающего регистрацию прохождения полезного события. Этот сигнал разрешает прием информационного массива в ЭВМ . Через 2 мс, необходимые для подготовки ЭВМ к приему, информация, состоящая из I34 машинных слов, передается в ЭВМ для дальнейшего анализа. Сигналом "конец" с интерфейса прием заканчивается. Время передачи одного события - 750 мс.

В ЭВМ жестко прошита программа физической обработки в 9 кассете ДЗУ, по которой обрабатываются поступающие события. Если очередное событие приходит во время выполнения программы обработки, она прерывается и ЭВМ готовится к приему этого события.

Буферизация.

Информация, поступающая в сумматор ЭВМ записывается в три буффера. Каждый буффер состоит из I34 адресов ОЗУ и имеет признак занятости, который занимает последний, I35, адрес. Признаки занятости буфферов записаны в следующих адресах ОЗУ:

I - I993
II - I658
III - I723

Если содержимое одного из этих адресов равно нулю, это говорит о том, что данный буффер свободен для приема. Если буффера заняты, содержимое адресов признаков занятости не равно нулю, а это означает, что информация, содержащаяся в буфферах, подлежит обработке. Перед обработкой содержимое буффера перезаписывается в рабочее поле ОЗУ, для которого выделены ячейки со I28 по 26I адреса. После перезаписи признак занятости буффера зануляется и буффер готов к приему очередной информации (рис.I).

Когда все признаки занятости равны нулю, программно повторяется цикл опроса буфферов, т.е. ЭВМ находится в ожидании приема.

В начальный момент запуска установки все признаки занятости буфферов зануляются.

В таблице I приведены номера адресов ОЗУ, выделенных для всех трех буфферов и признаков их занятости.

Таблица I

№ буффера	адреса в ОЗУ	адрес в ОЗУ признака занятости	буффер свободен	буффер занят
I	I859÷I992	I993	I993=0	I993≠0
II	I724÷I857	I858	I858=0	I858≠0
III	I589÷I722	I723	I723=0	I723≠0

Блок прерывания

Блок-схема прерывания приведена на рис. 2.

В связи с тем, что поступление информации от установки - неуправляемый процесс, ЭВМ может в момент приема находиться на любом участке выполнения программы обработки. В этом случае приоритет отдается приему информации, если это разрешается программно с помощью команды "ПрОн". Этой командой устанавли-

вается в единичное состояние триггер признака прерывания T_I. Если T_I в единичном состоянии, импульс "начало" (Н) с интерфейса формирует в регистре ДЗУ (РгДЗУ) $I500_8$ адрес - начало микропрограммы, с помощью которой запоминается содержимое счетчика команд (СчК) в фиксированном адресе а3. Прерывание обслуживается микропрограммой, прошитой в 20 ЯН и 2I ЯН кассетах ДЗУ.

Анализируется содержимое ячейки I996 ОЗУ (рис.2). Если содержимое ячейки равно нулю, анализируется I997 ячейка ОЗУ. Если же содержимое I996 ≠ 0, происходит прием информации в I буффер. После приема информации в буффер ячейка I996 зануляется, что означает запрет дальнейшего приема в I буффер. Этот буффер будет готов к приему после перезаписи его содержимого в рабочее поле. Анализ содержимого ячеек I996,I997 и I998 разрешает или запрещает прием информации в I, II и III буффера соответственно.

После обслуживания прерывания содержимое СчК восстанавливается и продолжается обработка события с прерванного места.

Принцип работы блока прерывания.

Основными элементами блока прерывания (рис.3) являются два триггера один из которых T_I управляется программно. Элементарная операция, входящая в состав команды "ПрОн" через диоднотрансформаторный клапан (д.т.к.) устанавливает этот триггер в единичное состояние. Высокий уровень с выхода T_I поступает на вход 3 второго д.т.к., а на вход 4 - импульс "начало" Н с интерфейса, если при обработке у текущей команды код операции не "ввод". Триггер T_2 перебрасывается в единичное состояние и на вход I3 ячейки 2-I9 подается разрешение.

В конце выполняемой команды обработки импульс с 22 разряда ДЗУ подает разрешение на второй вход I4 ячейки 2-I9, с выхода который через ячейку 6-5 РгДЗУ через 4 мкс устанавливается в нуль. Еще через 4 мкс в единичное состояние перебрасывается 7,9 и I0 раз-

ряды РгДЗУ. Формируется начальный адрес микропрограммы, обслуживающей прерывание.

После приёма первой информации от установки в сумматор, ЭВМ останавливается. В регистре ОЗУ (Рг ОЗУ) формируется первый адрес свободного буффера. Импульс сопровождения с интерфейса запускает ЭВМ и содержимое сумматора записывается в ячейку, адрес которой записан в ОЗУ. ЭВМ останавливается, в РгОЗУ формируется следующий адрес буффера, в который записывается информация из сумматора ЭВМ при приходе следующего сопровождающего импульса.

После приема I34 слов с интерфейса поступает импульс "конца" К информации на вход инвертора, с выхода которого через усилитель 2-I7 триггер T_2 перебрасывается в нулевое состояние.

Микрокоманда, опрашивающая состояние триггера T_2, через усилитель 2-I9 по входу 23 выбирает ветвь микропрограммы, с помощью которой заканчивается обслуживание прерывания.

Содержимое СчК восстанавливается.

Команда "КвОн" через усилитель 2-I9-6 с выхода 3 зануляет триггер 2-20 и игнорирует прерывание.

"КвОн" программно ставится перед обращением к Consul , НМЛ и АЦПУ.

Связь "Наири-2" с НМЛ.

Информация, поступающая с установки, и результаты обработки записываются на НМЛ "Изот". Разработка связи "Наири-2" - НМЛ осуществлена и внедрена производственным объединением "Электрон". Один из первых опытных экземпляров работает на установке[4].

Микропрограммы связи прошиты в свободных адресах кассет ДЗУ 20 ЯН и 2I ЯН, которые не участвуют при выполнении ЭВМ своей основной системы команд.

Блоки связи, собранные в субблоках 5 НМЛ и 7 НМЛ, обеспечивают запись информации с ЭВМ на НМЛ и чтение с НМЛ.

Подключение НМЛ "Изот" (или НМЛ-67) дает возможность иметь внешнюю память емкостью 750 тыс 36-разрядных двоичных чисел, которые записываются в назначаемых зонах. Максимальная емкость одной зоны составляет 2048 36-разрядных двоичных чисел. Максимальная плотность записи - одно машинное слово на 0,96 мм. Количество обращений к однажды записанной информации - не менее 50 тыс.

Для выполнения какой-либо команды, связанной с накопителем на магнитной ленте, первоначально выполняется команда поиск зон (ПЗ), за которой следуют или записи зон (ЗЗ), или чтение ленты (ЧЛ).

[illegible] АК.

[illegible]. ВкС.

С помощью этих двух команд записывается содержимое ячеек с адреса "В" до адреса "С" ОЗУ на магнитную ленту в зону "А".

После записи формируется зона "А+I" (запись метки следующей зоны).

Количество записанных чисел в зоне равно разности (С-В)

2. ПЗ АК

ЧЛ ВкС

С помощью этих двух команд осуществляется чтение с зоны "А" магнитной ленты и запись в ОЗУ с адреса "В" до адреса "С". Количество записываемых чисел равно разности (С-В), которая не должна превышать разности (С-В), ранее записанной командой ЗЛ ВкС.

3. ПЗ АК

ЗЗ ВкС.

Эти две команды аналогичны командам ПЗ АК и ЗЛ ВкС. Отличие только в том, что исключена запись признака начала зоны (А + I). Количество записываемых в зоне чисел равно разности (С-В),

которая не должна превышать разности (С-В), ранее записанной командой ЗЛ ВкС.

Контроль при записи ЗЛ и ЗЗ осуществляется сравнением контрольной суммы (С-В) ОЗУ с контрольной суммой, полученной при чтении (С-В) с зоны.

Запуск системы.

С Consul-254 или FS-1501 в I993,I958,I723 адреса ОЗУ засылаются нули. Это означает, что буффера освобождаются для прерывания. Соответственно, в I996 адресе ОЗУ записывается целое число I859 (начальный адрес I буффера), I997 - I724 (начальный адрес II буффера), I998 - I589 (начальный адрес III буффера). Вводятся также некоторые константы для обработки.

Запускается программа ожидания (циклический опрос буфферов) и ЭВМ готова к приему событий.

Частота следования событий зависит от установленного энергетического порога проходящих частиц.

В таблице II приведены частота срабатывания установки в зависимости от установленного энергетического порога и процент потери событий из-за переполнения трех буфферов.

Таблица II.

Порог E (Гэв)	Частота следования событий/час	% потери событий за I час с буфферами	% потери соб-час без буфферизации
≥ I00	II8	27	69
≥ 200	48	II	28
≥ 300	30	7	I8
≥ 400	22	5	I2
≥ 500	I7	4	I0
≥ I000	II	2	6

Время обработки по полной программе - около 2 мин.

Распечатка на Consul-254 результатов обработки делается выборочно (5-7 символов-сек).

Комплекс "Наири-2" - "Наири-I" - АЦПУ-I28

Установка "Пион", как и все современные экспериментальные установки, содержит несколько сложных узлов со множеством детекторов. Поэтому, кроме периодических калибровок, возникает необходимость непрерывного слежения за правильностью работы установки как в целом, так и за отдельными узлами.

Вариант "слепой" записи на магнитные ленты зачастую приводит к неисправимым последствиям.

Вывод информации о каждом событии на Consul-254, как указывалось выше, занимает много полезного времени.

В связи с этим нами было решено обогатить съем и обработку информации новой системой быстрой печати. Быстрая печать осуществляется на АЦПУ-I28.

Малые универсальные вычислительные машины серии "Наири" не приспособлены для работы с АЦПУ, поэтому нами разработана и внедрена быстрая печать на базе двух Наири. Одна из них, базовая, "Наири-2", работающая с установкой в режиме прерывания (центральный процессор - ЦП), и "Наири-I", выполняющая функции связи ЦП с АЦПУ. Вместо "Наири-I" можно использовать "Наири-2", "Наири-С", "Наири-К".

Блок-схема комплекса.

Блок-схема приведена на рис.4.

Вместо установки можно подключать анализатор, аналого-цифровой преобразователь и т.д.

ЭВМ "Наири-I", работающая для преобразования символов печати ЦП в коды АЦПУ, при таком соединении с "Наири-2" может выполнять свои основные технические функции во время отсутствия

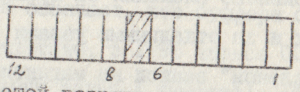
печати.

Связь между ЦП и ЭВМ "Наири-I" осуществляется отжатием клавиши "вывод на печать" на Consul-254 ЦП. В противном случае печать выводится на Consul .

Исходя из поставленной задачи, на АЦПУ выбрана ширина строки из 96 символов. При желании можно охватить полный объем.

Вывод на печать на Consul-254

Внутренний код выпечатываемого символа "Наири-2" двенадцатиразрядный.



С первого по шестой разряды размещается литеровый код, с восьмого по двенадцатый - регистровый код символа, относящийся к данному символу.

При выводе на печать микропрограммно уточняется состояние регистра Consul-254 с помощью анализа фиксированного адреса a5 и триггера печати, после чего в регистр внешнего устройства (РгВУ) из сумматора засылается литеровый код, разрешая печать. РгВУ семиразрядный и является буфферным регистром между ЭВМ и устройством, через которое осуществляется как ввод в ЭВМ , так и вывод из нее на печать и перфорацию. С первого по шестой разряды регистр принимает литеровый код. Под литеровым кодом подразумевается шестиразрядный код печатающего устройства, одинаковый для двух различных знаков, находящихся на одном литере Consul-254 . В седьмой разряд принимается код двух регистровых клавиш, который образуется путем преобразования шестиразрядного регистрового кода.

7 р РгВУ = 0-литер (I-6)р ВУ на верхнем регистре.

7 р РгВУ = I-литер (I-6)р ВУ на нижнем регистре.

Таким образом, каждое состояние регистра (I-7)р РгВУ однозначно только для одного символа.

По этой же аналогии можно подобрать любой символ АЦПУ.

Таблица преобразования кодов ВУ "Наири-2" в символы АЦПУ - I28.

В таблице Ш приведен перечень символов "Наири-2" и соответствующих им символов в АЦПУ-I28.

Т.к. в АЦПУ отсутствуют индексы (0,I ÷ 9) степени (0,I ÷ 9), знак бесконечности, буквы („i", „j", „f", „t", „s"), знаки („!", „≥", „≤"), поэтому индексы и степени не печатаются, а вместо отсутствующих букв и знаков подбираются символы АЦПУ по таблице (например, „≤" → [ ). Следовательно, при программировании печати на АЦПУ необходимо учесть вышеуказанные изменения.

Ключ печати на АЦПУ

С помощью электронного ключа (рис.5) элементарная операция "вывод" поступает на 6 входы ячеек I5-4 и I5-I4. Если клавиша "вывод на печать" на Consul-254 нажата, поступает разрешение на 4 вход ячейки I5-4, одновременно запрещается работа I5-I4 по входу 5. Импульс с выхода I5-4 организует строб печати и через I50 мс запускает "Наири-2". В случае отжатой клавиши импульс с выхода 4 ячейки I5-I4 анализирует клавишу "вывод ПЛ" и, если она отжата, разрешает работу ячейки 7-I4. С выхода I7 этой ячейки импульс поступает на I5-I4 (входы I4 и 22). Если в РгВУ выводимый код - регистровый, код запоминается в седьмом разряде РгВУ, а также фиксируется, как признак регистра.

РгВУ	код верхн. рег-ра	7 р ВУ = 0
РгВУ	код нижн. рег-ра	7 р ВУ = I
РгВУ	регистровый код	Пр Рг = I

Таблица Ш

№	Символ АЦПУ	Рг ВУ "Наири-2" 7	6	5	4	3	2	I	Символ Наири-2
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	I	0	0	0	0	0	0	I	I
3	2	0	0	0	0	0	I	0	2
4	3	0	0	0	0	0	I	I	3
5	4	0	0	0	0	I	0	0	4
6	5	0	0	0	0	I	0	I	5
7	6	0	0	0	0	I	I	0	6
8	7	0	0	0	0	I	I	I	7
9	8	0	0	0	I	0	0	0	8
I0	9	0	0	0	I	0	0	I	9
II	+	0	I	0	0	0	I	I	+
I2	-	0	I	I	I	0	0	0	-
I3	I	I	0	0	I	0	I	I	I
I4	?	0	I	0	I	I	0	I	?
I5	.	I	I	0	I	0	0	I	!
I6	⌊	I	I	0	0	I	0	I	∞
I7	I0	I	I	0	I	0	I	I	∮
I8	↓	I	I	0	I	I	0	I	i
I9	(	0	I	0	I	0	I	0	(
20	)	0	I	0	0	I	0	I	)
2I	x	0	I	I	I	0	0	I	x
22	=	0	I	0	0	0	0	0	=
23	j	I	0	0	I	I	0	0	j
24	[	I	I	0	0	0	0	0	≤
25	]	I	I	I	0	I	0	0	≥
26	*	I	0	I	I	0	0	0	*
27	c	I	I	0	0	I	I	I	c

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
28	?	I	I	I	0	I	0	I	?
29	≠	I	I	I	0	0	I	I	≠
30	<	I	I	0	0	0	I	0	<
3I	>	I	I	I	I	0	I	0	>
32	:	I	I	I	I	0	0	0	S
33	А	0	0	0	I	I	0	0	а
34	Б	0	0	0	I	0	I	I	б
35	В	0	0	I	I	0	0	0	в
36	Г	0	I	I	I	I	0	0	г
37	Д	0	0	0	I	I	0	0	д
38	Е	0	I	0	0	I	I	0	е
39	Ж	0	I	I	I	I	I	0	ж
40	З	0	I	I	0	I	I	I	з
4I	И	0	I	I	I	I	I	I	и
42	Й	0	I	0	0	0	0	I	й
43	К	0	I	0	I	I	0	0	к
44	Л	0	I	I	0	0	0	I	л
45	М	0	I	I	0	I	I	0	м
46	Н	0	I	0	0	I	0	0	н
47	О	0	I	0	I	0	I	I	О
48	П	0	I	0	I	I	I	0	п
49	Р	0	I	0	I	0	0	0	р
50	С	0	I	I	0	0	I	0	с
5I	Т	0	I	I	I	0	I	0	т
52	У	0	I	I	0	0	0	0	у
53	Ф	0	I	0	I	I	I	I	ф
54	Х	0	I	0	I	0	0	I	х
55	Ц	0	I	I	0	0	I	I	ц
56	Ч	0	I	I	0	I	0	0	ч

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
57	Ш	0	I	0	0	0	I	0	ш
58	Щ	I	I	I	0	I	I	0	щ
59	Ы	0	I	I	I	I	0	I	ы
60	Ь	0	0	I	I	0	0	I	ь
6I	Э	I	I	I	0	0	0	0	э
62	Ю	I	I	0	I	I	I	I	ю
63	Я	I	I	0	I	I	I	0	я
64	D	I	I	I	I	0	0	I	t

"I" ПрРг запрещает работу I5-I4 по входу I3, разрешает работу I5-I4 по входу 23. С выхода I7 ячейки I5-I4 запускается "Наири-2", т.к. она при выполнении элементарной операции "вывод" была остановлена.

Следующая элементарная операция "вывод" отправляет в РгВУ с первого по шестой разряды литеровый код, и полученный семиразрядный код считается определенным символом для АЦПУ по вышеприведенной таблице.

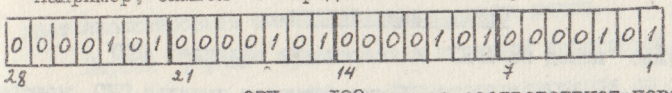
Так как при второй операции "вывод" в РгВУ находится литеровый код, а не регистровый, разрешается работа ячейки I5-I4 по входу I3 и импульс с выхода I0 поступает в "Наири-I" - "вывод на АЦПУ".

Преобразование кода вывода "Наири-2" в код АЦПУ-I28

Блок-схема преобразования приведена на рис.6.

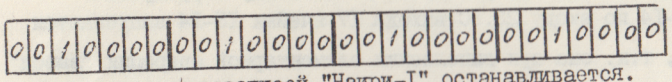
Перед началом работы с АЦПУ нажимается клавиша "ключ" на "Наири-I". При нажатии клавиши "Пуск-I" в регистре ДЗУ формируется адрес 2000_8 микрокоманды. Запускается микропрограмма, прошитая в 20 ЯН и 2I ЯН кассетах "Наири-I", с помощью которой 64 константы из 9 кассеты ДЗУ записываются в ОЗУ со I28 адреса. Каждая константа двадцативосьмиразрядная и разделена на четыре семиразрядных поля. Содержимое всех четырех полей одинаковое и соответствует одному из 64 символов, приведенных в таблице Ш.

Например, символ "5" представлен в следующем виде:



Порядок записи в ОЗУ со I28 адреса соответствует порядку в таблице Ш, которая в свою очередь повторяет порядок расположения символов на буквоцифровом барабане АЦПУ.

Следующим этапом из 20 ЯН в ОЗУ, начиная с 64 адреса, записываются 24 двадцативосьмиразрядные одинаковые константы, разделенные каждая на четыре семиразрядных поля. В каждом поле записан код возврата каретки "Наири-2".



После этих перезаписей "Наири-I" останавливается.

С приходом импульса "вывод на АЦПУ" с ключа печати соде жимое (I ÷ 7) разрядов РгВУ "Наири-2" принимается в сумматор "Наири-I" с первого по седьмой разряды. Если содержимое РгВУ не код возврата каретки, происходит сдвиг сумматора "Наири-I" семь раз, освобождая место для следующего символа с РгВУ "Наири-2". После трех сдвигов и четырех приемов организуется "формат", который записывается в 64 адресе ОЗ. Если же поступающий код - возврат каретки, "Наири-2" в "останове" и начинается сравнение принятых и уплотненных символов с 64 константами, аписанными в ОЗУ со I28 адреса. Результат сравнения в виде I6-разрядного числа, охватывающего четыре "формата", запоминается в ОЗУ с 256 адреса. Результат сравнения 24 "форматов" с первой из 64 констант записывается в шести I6-разрядных числах, которые размещаются в 256 адреса ОЗУ по 26I. Результат сравнения 24 "форматов" со второй константой записывается с 262 адреса ОЗУ по 267. Аналогичное сравнение производится для всех 64 констант и результаты запоминаются в виде 384 I6-разрядных чисел в 256-640 адресах ОЗУ.

Организация печати.

Импульс "вывод на АЦПУ" одновременно включает АЦПУ (включение двигателя" В). АЦПУ вырабатывает импульс СИО, который запускает "Наири-I" (рис.7).

Микропрограмма обслуживания печати запускается и по очередности по шести каналам I6-разрядный регистр АЦПУ принимает содержимое ОЗУ с 256 по 26I адреса. В строке печатаются "0" в тех местах, где есть единицы в 6хI6 разрядах. Время печати I20мкс. После печати "Наири-I" останавливается. Через I,2÷I,5 мс происходит запуск "Наири-I" от СИ (синхроимпульса) с АЦПУ, который разрешается T_2. Содержимое ОЗУ 262÷267 адресов по шести каналам пе-

редается в регистр АЦПУ и в строке печатаются символы "I". "Наири-I" останавливается.

Следующие СИ с периодом I,2÷I,5 мс поочередно запускают "Наири-I" и печатаются все те символы, которые имеют совпадение.

По результату анализа конца печати (640 адрес ОЗУ) триггера T_I и T_2 зануляются. Включается транспортировка бумаги, АЦПУ вырабатывает импульс "отработка интервала" и через 0,5 мс транспорт выключается.

Микропрограмма переходит к записи 24 одинаковых констант, запускается "Наири-2" и вызывается для печати следующая строка.

Управление связи "Наири-I" - АЦПУ-I28 размещено в одном стандартном субблоке, установленном на месте 5 субблока в главном шкафу. Схемы собраны на стандартных ячейках "Наири".

Импульс "вывод на АЦПУ" с ключа печати поступает на 5-2 (рис.7). Сигналом с выхода I9 этого усилителя содержимое РгВУ "Наири-2" передается в сумматор "Наири-I" с первого по седьмой разряды. Одновременно с выхода I5 запускается "Наири-I".

С каждым импульсом "вывод на АЦПУ" семиразрядные символы из "Наири-2" принимаются в сумматор "Наири-I", уплотняются по четыре и записываются в ОЗУ, начиная с 64 адреса. По анализу кода "возврат каретки" прием прекращается и микропрограмма начинает анализировать совпадения принимаемых кодов.

Первый "формат" сравнивается с первой константой. Сравнение происходит в сумматоре "Наири-I" методом сложения по модулю 2. Результат сравнения с помощью схемы ИЛИ-НЕ по высокому уровню фиксируется как признаки ПрОСм (I÷7)р. ПрОСм (8÷I5)р, ПрОСм (I6÷22)р, ПрО (23÷28)р. На тех участках сумматора, где часть "формата" совпадает со сравниваемой частью кода, этот ПрОСм имеет высокий уровень.

После каждого сравнения результат сравнения в виде слова, состоящего из 4 бит, поступает на триггеры регистра команд (РгК)

с первого по четвертый разряды. Прием и запись слова из 4 бит в РгК осуществляется с помощью 3I разряда ДЗУ, который поступает на 6 вход ячейки 5-I7 (рис.8), С выхода 4 этой ячейки разрешается работа ячейки 5-3, т.к. триггер удвоения (ТгУдв) находится в нулевом состоянии (операционный триггер в системе "Наири").Импульс с выхода 4 через 5-2 разрешает запись в РгК с первого по четвертый разряды результата совпадения в двоичном коде.

Далее с первой константой сравнивается второй "формат". Результат сравнения записывается в РгК с пятого по восьмой разряды. Результат сравнения с третьим "форматом" записывается в РгК с двадцать седьмого по тридцатый разряды, а с четвертым - с тридцать первого по тридцать четвертый разряды РгК.

Так как в каждом "формате" четыре семиразрядных символа, получается I6-разрядный результат сравнения.

Импульс с 30 разряда ДЗУ (рис.7) через 5-8 и 5-2 разрешает передачу содержимого РгК (I ÷ 8, 27 ÷ 34)р в сумматор с первого по шестнадцатый разряды и записывает в 256 адрес ОЗУ.

Сравнение с первой константой продолжается для всех 24 "форматов" и результаты в виде шести I6-разрядных чисел записываются в ОЗУ с 256 по 267 адреса.

Вышеописанное сравнение с 24 "форматами" повторяется для всех 64 констант.

В конечном итоге имеется 64x6 I6-разрядных совпадения, записанных в (256÷640) адресах ОЗУ.

Импульс с 28 разряда ДЗУ (рис.8) поступает на 6 вход ячейки 5-II, перебрасывает T_I в единичное состояние и "Наири-I" останавливается.

Так как с выхода I9 ячейки 5-2 двигатель АЦПУ включен, на АЦПУ вырабатывается импульс СИО, который через ячейку 5-II перебрасывает в единичное состояние T_2 и "Наири-I" запускается.

3I разряд ДЗУ(рис.8)с выхода 4 ячейки 5-I7 разрешает работу ячейки 5-3 по входу 6. Одновременно считывается 256 адрес ОЗУ, содержимое которого отправляется в Рг АЦПУ. Через 4 мкс импульс с выхода I2 ячейки 5-I2 организует печать по I каналу АЦПУ с выхода 5 усилителя 9-7. Срабатывают электромагниты печати в тех разрядах, где имеются "I" в Рг АЦПУ.

Через 4 мкс после печати с выхода 4 ячейки 5-8 устанавливается в "0" Рг АЦПУ и очищается сумматор "Наири-I".

Аналогично, импульс с 32 разряда ДЗУ при одновременной передаче содержимого 257 адреса ОЗУ в РгАЦПУ организует печать АЦПУ по II каналу. 33, 34, 35 и 36 разряды ДЗУ организуют печать на АЦПУ по III,IУ,У, УI каналам соответственно.

В результате вышеописанных операций на АЦПУ выпечатываются "0" в тех местах, где они должны быть, т.к. после прихода СИО под молоточками печатающих электромагнитов находятся нули цифрового барабана АЦПУ.

"Наири-I" останавливается.

Следующий СИ (рис.7), поступающий через I,2 ÷ I,5 мс на вход ячейки 5-II,запускает "Наири-I". Считывается поочередно содержимое (262÷267) адресов ОЗУ, передается в РгАЦПУ и организуется печать по шести каналам соответственно вышеописанной логике. Печатаются в строке "I" по совпадениям.

Считывая и передавая в РгАЦПУ содержимое ОЗУ по 640 адрес, организуется печать одной строки.

Печать строки заканчивается при одном обороте цифрового барабана АЦПУ.

Импульс с 22 разряда ДЗУ (рис.7) через 5-II занулляет T_I и T_2, а с выхода I0 включает транспорт бумаги и красящей ленты.

В АЦПУ вырабатывается импульс "отработка интервала",который

задерживается одновибратором 2-19 на 0,5 мс и с выхода 6 усилителя 2-20 выключает транспорт бумаги.

Импульс с 28 разряда при нулевом состоянии ТгУдв с выхода 4 ячейки 5-7 запускает "Наири-2", останавливает "Наири-I", "Наири-2" передает следующую строку для печати на АЦПУ. Если следующая строка отсутствует в течение 5÷7 сек, АЦПУ автоматически отключается, не теряя готовности.

Физические обработки, выполняемые системой "Наири-2" - установка.

Кроме приема и записи на НМЛ информационного массива от установки, система выполняет все калибровочные и физические обработки.

I. Контроль электронного тракта ИК, АПК и годоскопа от градуировочных импульсов, имитирующих реальные сигналы с детекторов.
2. Проверка работоспособности электроники ложным (нулевым) запуском.
3. Статистическая обработка данных всех узлов установки после набора определенного количества событий.
4. Снятие распределения амплитуд от АПК при запуске установки в калибровочном режиме, вырабатывающем мастерный импульс при прохождении μ - мезонов через годоскоп и детекторы переходного излучения.
5. Обработка поступающего события, что включает в себя определение характеристик траектории проходящей частицы (угол входа, заряд, номера сработавших детекторов, длина пути в пропорциональных камерах и т.д.) и физические характеристики проходящего адрона (среднее значение энерговыделения в АПК, параметры ядерно-электронного каскада, энергия, сечение взаимодействия и т.д.).[4].

Результаты обработки записываются на НМЛ и по программе выпечатываются на Consul.

Характеристические данные комплекса.

Данный комплекс дает возможность вывести на печать на АЦПУ результаты любых расчетов, выполняемых на "Наири-2" (ЦП) в любом режиме - АП, ВВ, СС и т.д.

Составленные микропрограммы с незначительными изменениями могут служить основой при стыковке АЦПУ только к одной "Наири". Разница лишь в том, что вывод на АЦПУ возможен при работе "Наири" только в универсальном режиме.

Частота приема событий при наличии буферизации:

а) без какой-либо обработки, при записи только на НМЛ - I соб/2 сек;

б) с обработкой массива для выпечатки в виде трафарета
на Consul-254 - I соб/12мин;
на АЦПУ-128 - I соб/40сек;

в) с физической обработкой и выпечаткой трафаретов
на АЦПУ - I соб/2 мин;

Скорость выпечатки на Consul-254 -(5 ÷ 7) знаков/сек.

Скорость выпечатки на АЦПУ - 130 знаков/сек.

Можно заменить "Наири-I" на "Наири-2". При этом скорость выпечатки на АЦПУ увеличится почти в 2 раза.

Выпечатки на АЦПУ дают выигрыш во времени по сравнению с работой на Consul в 18-20 раз при буферизации символов на "Наири-I".

В комплексе Consul-254 служит только для оперативного вмешательства в работу "Наири-2" в режиме ввода, что увеличивает срок его службы.

Комплекс позволяет производить обработку накопленной информации с магнитной ленты с выпечаткой на АЦПУ во время профилактики установки.

В случае профилактики или выхода из строя НМЛ или "Наири-I", или АЦПУ комплекс может работать или с НМЛ или с АЦПУ, что увеличивает коэффициент полезного действия установки.

Обе ЭВМ при необходимости могут выполнять все свои функции, предусмотренные техническим описанием.

Предусмотренный вариант комплекса может успешно работать не только с описанной установкой, но и в других областях, где требуется непрерывный прием и обработка информации с большого количества каналов.

Авторы выражают олагодарность Аматуни А.Ц. и Матиняну С.Г. за поддержку и постоянный интерес к работе, Мамиджаняну Э.А. и Оганесяну А.Г. за обсуждения и ценные советы, Овсепяну Г.Г., Оганяну Г.М., Сохояну С.О., Арзуманяну С.А., Карагезяну Г.В. за помощь в осуществлении монтажа, наладки и эксплуатации, Казаряну С.П. за участие в составлении программ, а также признательность Гюлезяну М.Х. и бывшему директору Производственного Объединения "Электрон" Карапетяну Г.С. за своевременное обеспечение материалами и оборудованием.

Авторы выражают свою особую благодарность С.А.Киремиджяну за всестороннюю помощь при разработке и наладке данного комплеса.

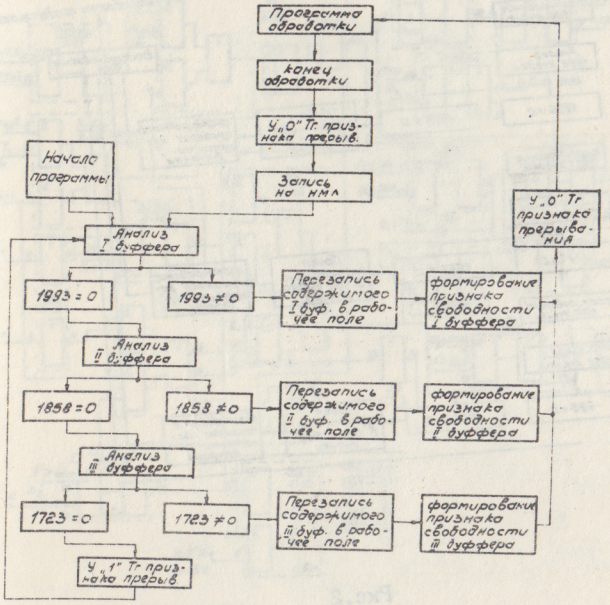


Рис.I

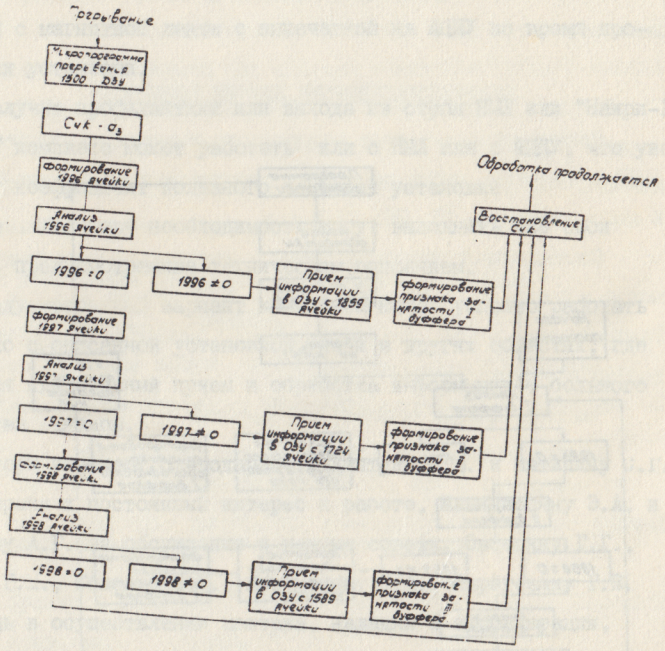

Прерывание
Микропрограммное прерывание 1900 ОЗУ
Счк - σ3
Формирование 1896 ячейки
Анализ 1896 ячейки
1896 = 0
1896 ≠ 0
Прием информации в ОЗУ с 1899 ячейки
Формирование признака занятости I буфера
Формирование 1897 ячейки
Анализ 1897 ячейки
1897 = 0
1897 ≠ 0
Прием информации в ОЗУ с 1724 ячейки
Формирование признака занятости II буфера
Формирование 1898 ячейки
Анализ 1898 ячейки
1898 = 0
1898 ≠ 0
Прием информации в ОЗУ с 1589 ячейки
Формирование признака занятости III буфера
Восстановление Счк
Обработка продолжается

Рис.2

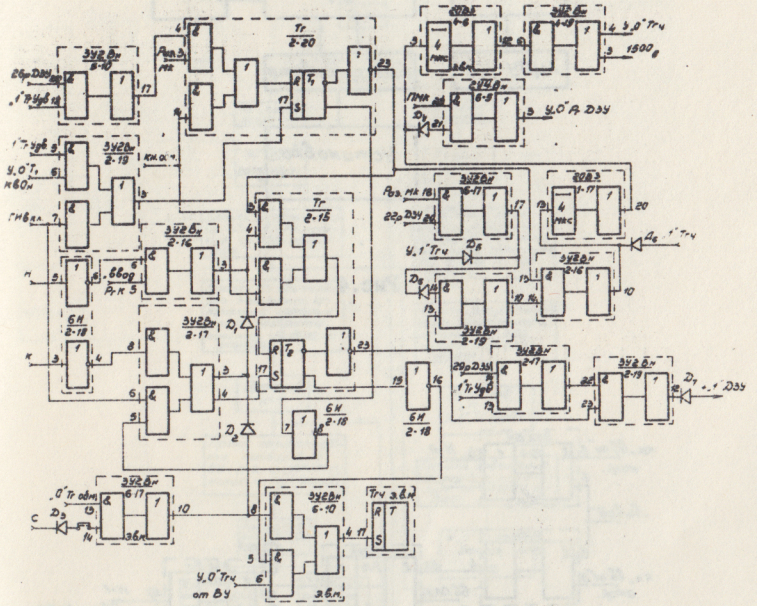


Рис.3

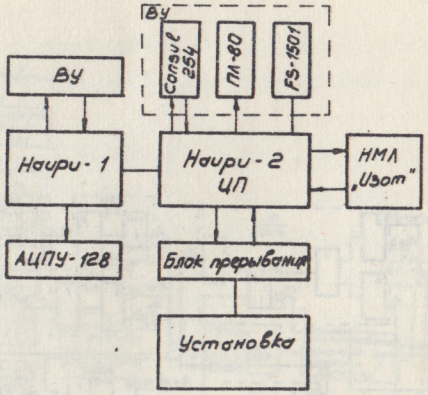


Рис.4

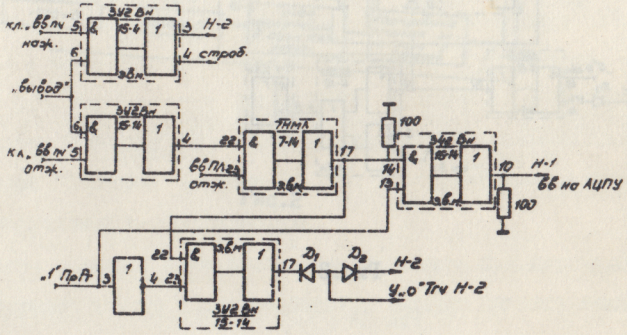


Рис.5

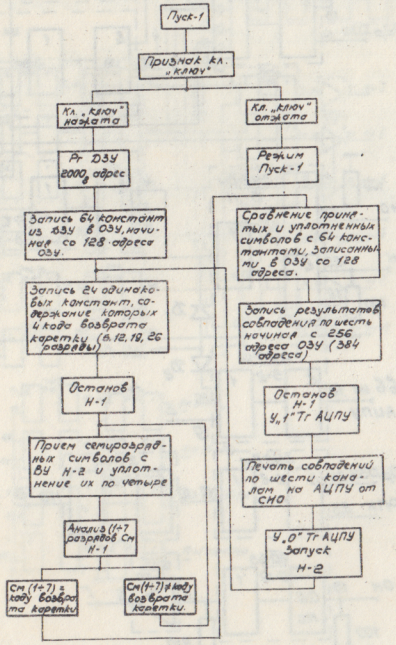


Рис.6

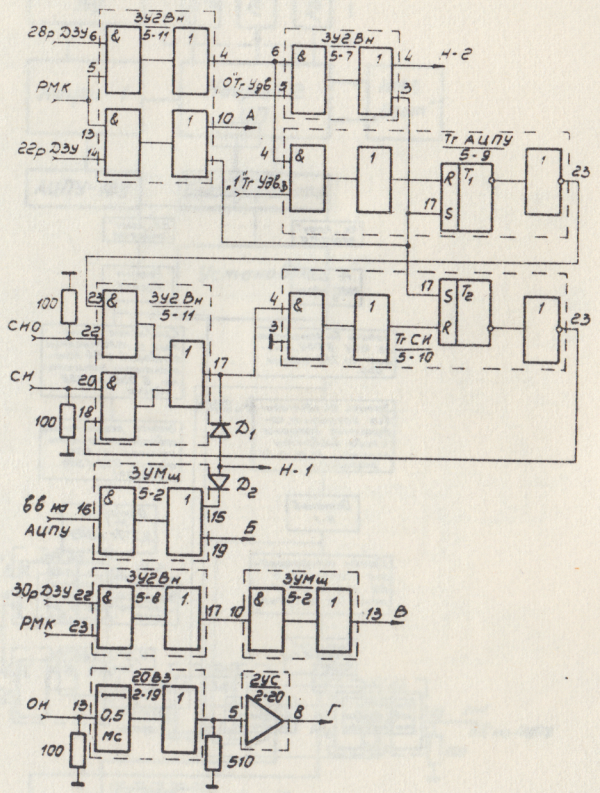


Рис.7

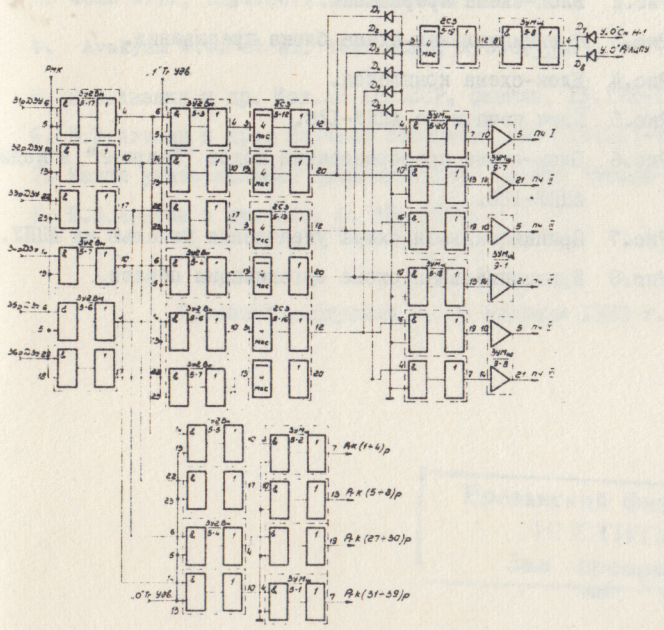


Рис.8

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.I Блок-схема буфферизации.

Рис.2 Блок-схема прерывания.

Рис.3 Принципиальная схема блока прерывания.

Рис.4 Блок-схема комплекса.

Рис.5 Ключ печати на АЦПУ-I28.

Рис.6 Блок-схема преобразования кодов "Наири-2" в коды АЦПУ-I28.

Рис.7 Принципиальная схема управления печатью на АЦПУ.

Рис.8 Принципиальная схема организации печати.

ЛИТЕРАТУРА

I. Н.Л.Григоров и др. Из-во "Наука", Москва, I973.

2. С.И.Никольский и др. ПТЭ, I,8I, I967.

3. Jons W.V., Phys.Rev. 187,p.1868, 1969

4. Avakyan V.V. et al. 16th ICRC, Kyoto,13,61, 1979

5. В.В.Авакян и др. Изв.АН Арм.ССР, физика, I3,I72-I78,I978.

6. В.В.Авакян и др., Научное сообщение ЕФИ-219(II)-77.

7. Малая универсальная вычислительная машина "Наири-2",

8. В.В.Авакян и др. ПТЭ, 6, 58, I979.

Рукопись поступила I2-го февраля I980 г.

Ереванский Физический
ИНСТИТУТ
Зал препринтов