

ԵՐԵՎԱՆԻ ԶՐԶՐԿՅՐ ԲՆՍՏՐՏՈՒՑ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒԾ ՆԱՇՐԻՆԵ

Научное сообщение ЕФИ-219(11)-77

10746

Վ.Վ.ԱՎԱԿՅԱՆ, Ա.Տ.ԱՎԱՆԴՅԱՆ, Կ.Գ.ԱՆՏՈՆՅԱՆ,
Ս.Ս.ԿԱԶԱՐՅԱՆ, Ս.Ա.ԿԱՆԿԱՆՅԱՆ, ԴՋ.Ս.ՕԳԱՆԵԶՈՎԱ,
Ա.Դ.ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Ա.Դ.ՏԱՄԱՆՅԱՆ.

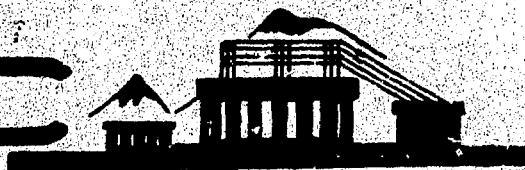
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ "НАИРИ-2" В
ЭКСПЕРИМЕНТЕ С КОСМИЧЕСКИМИ ЛУЧАМИ

ԱՐՄՍ

ԵՐԵՎԱՆ

1977

ԵՐԵՎԱՆ



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-219(11)-77

В.В.АВАКЯН, А.Т.АВУНДЖЯН, К.Г.АНТОНЯН,
С.П.КАЗАРЯН, С.А.КАНКАНЯН, Д.Ж.С.ОГАНЕЗОВА,
А.Г.ОГАНЕСЯН, А.Г.ТАМАНЯН.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВМ "НАИРИ-2" В
ЭКСПЕРИМЕНТЕ С КОСМИЧЕСКИМИ ЛУЧАМИ

Ереван 1977

© *Ереванский физический институт, 1977*

На высокогорной станции Арагац (3250 м над уровнем моря) завершены монтаж и наладка экспериментальной установки [1], целью которой является измерение сечения и физических характеристик взаимодействия космических адронов с различными ядрами (C, Fe, Pb), исследование спектров протонов, нейтронов и пионов космического излучения в области энергий ≥ 500 Гэв.

Для обработки поступающей информации предусмотрена работа ЭВМ "Наири-2" на линии с экспериментальной установкой.

В отличие от работ [2,3], где также применяется ЭВМ в эксперименте с космическими лучами, в данной работе осуществляется непосредственный приём и обработка информации и периодический контроль за состоянием узлов установки.

Разработан алгоритм, позволяющий обрабатывать события одновременного прохождения через установку до четырех частиц.

Сравнительно большая светосила установки ($\approx 2\text{м}^2$ стер) даёт возможность, за относительно короткий срок измерительного времени (~ 1 год), получить физически разумную статистику.

В данной статье описывается принцип приёма информации в ЭВМ и алгоритм обработки.

1. Экспериментальная установка.

Экспериментальная установка (рис.1) состоит из ионизационного калориметра, детектора рентгеновского переходного излучения, годоскопа и четырех многопроволочных пропорциональных камер.

Ионизационный калориметр (ИК) с общим количеством вещества $\sim 900 \text{ г/см}^2$ предназначен для определения энергии исследуемых частиц.

ИК состоит из 12 рядов ионизационных камер (ИКР) длиной 330 см и диаметром 9,8 см. В каждом ряду имеется по 31 камере, при этом направления ИКР в чередующихся рядах взаимно перпендикулярны. Верхние два ряда ИКР расположены под свинцом толщиной 3 см и 2 см соответственно, и служат для определения $E_{\text{эф}}$, переданной электронно-фотонной компоненте в ядерном взаимодействии, а также являются ливневым детектором для регистрации и отбора проходящих через установку атмосферных электронов и фотонов высоких энергий. Остальные 10 рядов ИКР расположены под железом толщиной 10 см.

Информация, полученная от каждой ИКР в аналоговой форме, в конечном состоянии переводится в цифровую форму и поступает в машину. Вся информация от ИК, включая и 12 сумматоров, соответствующих рядов составляет 384 девятиразрядных двоичных слов, которые размещаются в 96 тридцатишестиразрядных словах ЭВМ "Наири-2".

Детектор рентгеновского переходного излучения (РПИ-детектор), служит для идентификации исследуемых частиц.

РПИ-детектор имеет четыре аналогичные секции, каждая из которых состоит из майларовой слоистой среды (СС), в качестве радиатора излучения и многонитяных пропорциональных камер (МПК), для регистрации энерговыделения.

В каждой секции имеются 9 МПК, размерами рабочей части $91 \times 91 \text{ см}^2$, при этом каждая камера разделена на три равнозначных отсека, с целью улучшения пространственного разрешения.

Направления сигнальных нитей между МПК каждого ряда параллельны, а относительно нитей МПК следующего ряда перпендикулярны.

Аналоговая информация, получаемая от РПИ-детектора, после преобразования в цифровую форму составляет 108 девятиразрядных двоичных слов, которые размещаются в 27 тридцатишестиразрядных словах ЭВМ.

Годоскоп - предназначен для определения координат точки влета исследуемых частиц и ограничения телесного угла установки. Годоскоп состоит из двух рядов МПК (КПК). В каждом ряду имеются по 9 МПК, рабочая поверхность камер $91 \times 91 \text{ см}^2$ разделена на 16 секций, что позволяет определять координату с точностью $\pm 2,7 \text{ см}$.

Информация получаемая от годоскопа в цифровой форме, размещается в 9 тридцатишестиразрядных словах ЭВМ.

Четыре МПК (ИПК), служат для нахождения распределения энергетических потерь исследуемых частиц за счет ионизации, с целью дальнейшего учета его вклада в распределение суммарного энергосодержания, полученного от РПИ-детектора. Они расположены одна над другой и аналогичны МПК используемым в вышеуказанных узлах установки. Информация от ИПК размещается в четырех девятиразрядных двоичных словах.

Кроме этого в ЭВМ поступает информация о состоянии нулевого уровня, учитывающего натекание заряда на запоминающем устройстве, за время собирания пиков в ИКР.

С этой целью используется одна ИКР, аналогичная тем, которые находятся в ИК, на которую не подается питание.

Аналоговая информация о нулевом уровне в цифровой форме размещается в девятиразрядном двоичном слове.

2. Приём информации.

ЭВМ "Наири-2" является 36-разрядной двухадресной электронно-вычислительной машиной с микропрограммным управлением.

В данной работе её функция следующая: приём информации о каждом событии, его обработка, вывод результатов обработки и входного массива на накопительную магнитную ленту (НМЛ).

Средняя частота событий при пороге на ИК ≥ 500 Гэв составляет $\sim 0,15$ минут⁻¹, а время затрачиваемое ЭВМ на обработку одного события с выводом на НМЛ, определенное с помощью имитации ожидаемых событий, в случае максимально сложных тестов составило ≈ 2 минут. Поэтому, чтобы свести к минимуму случаи потерь отдельных событий, в момент приёма организуется прерывание, а информация принимается буферной системой.

Поступающая информация - это 36-разрядный двоичный набор из 134 слов, которая принимается в один из трех буферов, свободный в данный момент. На рис. 2 приведена блок-схема приёма.

В момент приема информации очередного события ЭВМ может находиться или в состоянии обработки или в активно-ждущем режиме, т.е. все 3 буфера свободны, но ЭВМ циклически опрашивает их состояние.

От мастерского импульса электронной логики установки, организуется прерывание, в течение которого ЭВМ микропрограммно запоминает содержимое счетчика команд ("СчК") и опрашивает буфера для подготовки первого свободного к приёму. В случае, если все 3 буфера заняты, ЭВМ микропрограммно игнорирует данное прерывание, восстанавливает содержимое СчК и возвращается к выполнению прерванных операций.

На рис. 3 приведена блок-схема работы ЭВМ в режиме прерывания. Буфера в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ) ЭВМ занимают следующие ячейки:

I буфер | 1859 ÷ 1992

II буфер | 1724 ÷ 1857

III буфер | 1589 ÷ 1722

Каждый буфер имеет следующие рабочие ячейки, соответственно 1993, 1858, 1783, которые служат признаками занятости или незанятости данного буфера и рабочие ячейки 1996, 1997, 1998, где записываются начальные адреса каждого буфера. Они служат для формирования адресов ячеек, в которые принимается информация.

Во время вывода результатов обработки на НМЛ система прерывания блокируется. После того как кончилась запись, содержимое очередного буфера перезаписывается в рабочее поле, организуются признаки освобождения данного буфера и программно снимается блокировка прерывания. Далее ЭВМ приступает к обработке содержимого рабочего массива.

В случае, когда все буфера свободны, блокировка снимается и ЭВМ находится в активно-ждущем режиме.

2.1 Система прерывания

Система прерывания выполнена микропрограммно. При снятии блокировки триггер признака прерывания (Тг/2-20 на рис.4) перебрасывается в единичное ("1") состояние. От мастерного импульса формируется и поступает на ЭВМ импульс начала информации (НИ). Осциллограмма поступающих на ЭВМ импульсов показана на рис.5. Момент t_1 , это появление первого слова. Импульс поступает через 2 мсек после импульса НИ, а импульсы от t_1 по t_{134} сопровождают каждое 36-раз-

рядное слово с интервалом 60 - 70 мксек. t_k - момент появления импульса "конец информации". Вся информация поступает в ЭВМ за 0,7 сек.

Импульс НИ перебрасывает триггер прерывания (Тг/2-15) в "1" состояние, 22-ой разряд долговременного запоминающего устройства (ДЗУ) после 3 мксек через 2-17 устанавливает "0" в регистре ДЗУ (УС "0" Рг ДЗУ). Затем тот же разряд заносит "1" в 7,9,10 разряды Рг ДЗУ. На регистре ДЗУ формируется адрес с которого начинается микропрограмма прерывания.

Здесь остановимся только на примере 1 буфера, для остальных логика та же. Блок-схема прерывания приведена на рис.6.

С помощью микропрограммы прерывания запоминается содержимое СчК в третьем фиксированном адресе ОЗУ (Q_3), формируется номер рабочей ячейки 1 буфера - 1996 и анализируется её содержимое. Если содержимое ячейки не ноль, то оно (1859) записывается в Рг ОЗУ, а поступающая информация - с этого адреса. Импульс "конец информации" обнуляет триггер прерывания (Тг/2-18).

В рабочей ячейке 1 буфера записывается число 1993 и зануляется содержимое ячейки 1996, т.е. формируются признаки занятости 1 буфера. Восстанавливается содержимое СчК, и ЭВМ продолжает работу с той операции, при выполнении которой поступило прерывание. При блокировке прерывания 29-й разряд ДЗУ зануляет триггер признака прерывания (Тг/2-20) через 2-19. С пульта ЭВМ триггер признака прерывания (Тг/2-20) и триггер прерывания (Тг/2-15) управляются кнопками "Обмен" и "Вкл." соответственно.

3. Алгоритм обработки.

Обработка поступающей информации производится посредством программы, специально разработанной для этой задачи и жестко прошитой в ДЗУ ЭВМ.

Исходя из определенных критериев, основанных на

физических характеристиках, регистрирующей аппаратуры, программно, выбираются и обрабатываются из всего потока событий, только те, когда через установку одновременно проходят не более четырех частиц, в том числе не более одной нейтральной.

Все остальные события, вместе с обработанными накапливаются на магнитной ленте, и предполагается их дальнейшая обработка на ЭВМ с большими возможностями (БЭСМ-6).

Программа позволяет восстанавливать траекторию частиц, определять их энергию по энергоснабжению в ИК, найти зенитный угол входа частиц в установку и распределение энергоснабжения в секциях РПИ-детектора с определением их среднеарифметического и среднегеометрического значений при определенной выборке.

Для решения задачи принята прямоугольная декартова система координат, ось Z которой направлена по центральной оси установки, а начало координат находится на нижней плоскости ИК.

Отдельные детектирующие узлы установки позволяют фиксировать положение частиц в проекциях XOZ и YOZ , поэтому задача первоначально решается в соответствующих плоскостях, а затем восстанавливается пространственная картина.

Информация с АПК, КПК, ИК поступает в ЭВМ в определенном порядке - сначала от детекторов, фиксирующих положение частиц в плоскости XOZ , далее от детекторов в плоскости YOZ .

Вводимое таким образом упорядочение облегчает дальнейшее размещение данных XOZ и YOZ плоскостей и позволяет варьированием значений небольшого количества констант одни и те же части программы использовать как для одной, так и для другой проекции. Это привело к стандартизации программы и значительному уменьшению её размера. На общую структуру программы наложил свой отпечаток и ограниченный объем ОЗУ ЭВМ

"Наири-2" (2048 слов), где одна четверть занята буферами. Поэтому одни и те же части ОЗУ используются многократно, после каждого этапа вычислений оставляются только те данные, которые необходимы в дальнейшем.

Так как задача симметрична относительно плоскостей XOZ и YOZ , до восстановления пространственной картины будем говорить об одной проекции, а именно, XOZ .

Алгоритм обработки делится на следующие основные этапы:

1. Чтение информации от КПК, АПК, ИК и приписывание им координат. Информация от КПК запоминается в виде совокупности $\{l, m, x\}_{kn}$ где n - номер плоскости КПК, k - номер элемента, $l, m = 1, 2, 3$ определяют нумерацию камер, а x - координата центра тех секций через которые проходят частицы, определенные по формуле

$$x_i = b_i + c_1(l-1) + (i-1)d_1, \quad \text{где}$$

$$i = 1, 2, \dots, 16,$$

b_1, c_1 - константы, определяющие расположение камер на установке,

d_1 - размер одной секции в КПК.

Информация от АПК хранится как совокупность

$$\{l, m, p, A\}_{kn}, \quad \text{где}$$

n - определяет плоскость АПК,

k - номер элемента на данной плоскости,

$p = 1, 2, 3$ - номер секции в АПК,

A - число, соответствующее аналоговой информации от данной секции

Информация от ИК запоминается в следующем виде

$$\{x, A\}_{k\eta}, \text{ где}$$

η - номер плоскости ИК,

k - номер элемента,

A - соответствует аналоговой информации от сработавшей ИКР, $x_i = b_2 + (i-1)d_2$, координата ионизационной камеры,

b_2 - определяет расположение камеры на установке

d_2 - размер одной камеры, $i = 1, 2, \dots, 31$.

Наряду с этим проверяются условия ограничения: число частиц, прошедших через одну камеру КПК должно быть не более одной, а через весь фодоскоп - не более четырех.

2. Выделение ионизационных толчков среди данных от ИК, определение их энергии, центров тяжести (ЦТ) с их ошибками. Координата ЦТ ионизационного толчка и её ошибка определяются по формулам

$$S_{q\eta} = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i}$$

$$\Delta S_{q\eta} = \left[\frac{\sum (S_{q\eta} - x_i)^2 A_i}{\sum A_i} + \left(\frac{d_2}{2} \right)^2 \right]^{1/2},$$

где η - номер соответствующего ряда ИК;

$q = 1, 2, 3, \dots$ номер центра тяжести данного ряда.

Максимальное количество ЦТ в данном ряду и число сработавших ионизационных камер в толчке, исходя

из анализа данных работ [4,5], полученных на том же ИК, ограничиваются соответственно 4 и 7.

Предусмотрена возможность дальнейшего уточнения этих констант в ходе первой стадии измерений.

3. Нахождение следов заряженных частиц на плоскостях XOZ и YOZ . Этот поиск ведется следующим образом. Берутся за основу координаты точек на годоскопе, и ЦТ 3-го ряда ИК (для YOZ - 4 ряда). Проводятся всевозможные линии через эти точки, поочередно находят точки их пересечения на всех остальных плоскостях и их ошибки по формулам:

$$X = \frac{z_n - z_3}{z_{кпк} - z_3} (X_{em} - S_{q_3}) + S_{q_3}$$

$$\Delta X = \left| \frac{z_n - z_3}{z_{кпк} - z_3} (\Delta X_{em} + \Delta S_{q_3}) \right| + \Delta S_{q_3},$$

где n - номера рядов ИК. Для YOZ индекс (3) меняется на (4).

В пределах ошибок отбираются ЦТ, которые лежат на этой прямой. Из двух ЦТ удовлетворяющих одной и той же линии выбирается тот, у которого минимальное абсолютное удаление от X .

Чтобы отобранные центры тяжести считались возможными следами одной траектории, их количество должно быть не меньше двух.

Затем через ЦТ, каждой совокупности, методом наименьших квадратов проводятся прямые и определяется их удаление Δ от координаты X на плоскости КПК. Из всех совокупностей принадлежащих одной и той же координате на плоскости КПК, отбирается та, у которой минимальное значение Δ .

Перечисленные выше операции повторяются с заменой центров тяжести 3 ряда ИК на ЦТ ряда 5 (для ЧОЗ - 6 ряд), с целью уменьшения потерь частиц, так как некоторые из них могут не провзаимодействовать в 3 ряду.

Нижние плоскости не рассматриваются. В результате возможно появление двух совокупностей следов $\{3\}$ и $\{5\}$, которые имеют аналогичную структуру.

$$\left\{ (S, \Delta S, \Sigma A, Z)_K, \ell, m, x \right\}_n, \text{ где}$$

n - количество элементов совокупности.,

K - число следов на разных плоскостях ИК, для каждого элемента. Возможны события, когда одна из совокупностей либо $\{3\}$, либо $\{5\}$ отсутствует. Для ЧОЗ плоскости, соответствующие совокупности $\{4\}$ и $\{6\}$.

4. Сравнение совокупностей $\{3\}, \{5\}$ ($\{4\}, \{6\}$ для ЧОЗ) и дополнительный отбор. Из совокупности $\{5\}$ отбираются только те элементы, которые не входят в совокупность $\{3\}$.

Дополнительный отбор имеет целью избавиться от ложных линий. Отбрасывается тот элемент, у которого два и более ЦТ входят в состав других.

5. Поиск нейтральной частицы. Информация о нейтральной частице может поступать только от ИК. Поэтому для однозначного восстановления её траектории и кинематических характеристик, требуется чтобы через установку в пределах телесного угла, прошло не более одной нейтральной частицы, как одиночной, так и в сопровождении с заряженными.

Отбираются те ЦТ, которые не вошли в состав заряженных частиц, при этом их должно быть не более одной на каждой плоскости (исключение составляют ряды 2 и 1), а общее количество - не менее двух.

Требуется чтобы, отобранные таким образом ЦТ лежали на одной линии, а на плоскости КПК прямая прошла через рабочий объем камеры.

6. Выделение пересекающихся совокупностей следов. Поскольку нет возможности однозначного разделения энергии между ними в ионизационном толчке, то такие совокупности отбрасываются.

7. Определение геометрических параметров каждой совокупности следов. Через ЦТ в ИК и точку на плоскости КПК методом наименьших квадратов проводится прямая, описываемая уравнением

$$x = a_x + b_x z \quad (y = a_y + b_y z \quad \text{для } yOz)$$

и находятся наилучшие оценки как для a, b так и для их среднеквадратичных ошибок $\Delta a, \Delta b$ по следующим формулам:

$$a = \frac{1}{\Delta} \left\{ \left(\sum \frac{x_i}{\Delta x_i^2} \right) \left(\sum \frac{z_i^2}{\Delta x_i^2} \right) - \left(\sum \frac{x_i z_i}{\Delta x_i^2} \right) \left(\sum \frac{z_i}{\Delta x_i^2} \right) \right\}$$

$$b = \frac{1}{\Delta} \left\{ \left(\sum \frac{x_i z_i}{\Delta x_i^2} \right) \left(\sum \frac{1}{\Delta x_i^2} \right) - \left(\sum \frac{x_i}{\Delta x_i^2} \right) \left(\sum \frac{z_i}{\Delta x_i^2} \right) \right\},$$

где

$$\Delta = \left(\sum \frac{1}{\Delta x_i^2} \right) \left(\sum \frac{z_i^2}{\Delta x_i^2} \right) - \left(\sum \frac{z_i}{\Delta x_i^2} \right)^2$$

Δx_i — среднеквадратичные ошибки точек на годоскопе и ЦТ в ИК;

$$(\Delta a)^2 = \frac{1}{\Delta} \left(\sum \frac{z_i^2}{\Delta x_i^2} \right)$$

$$(\Delta \theta)^2 = \frac{1}{\Delta} \left(\sum \frac{1}{\Delta x_i^2} \right)$$

8. Восстановление пространственной картины, т.е. однозначное определение проекций принадлежащих траектории одной и той же частицы.

В случае заряженных частиц, для каждой проекции на XOZ с параметрами точки плоскости КПК (ℓ_x, m_x, x) , отыскивается та проекция на YOZ с параметрами (ℓ_y, m_y, y) , для которой выполняются следующие равенства $\ell_x = m_y, m_x = \ell_y$, достаточность чего вытекает из условия ограничения количества частиц проходящих через одну камеру и соответствующей нумерации камер на плоскостях КПК.

В случае нейтральной частицы однозначность очевидна, так как имеется ограничение (≤ 1) на их количество при одном событии.

После восстановления пространственной картины информация о каждой частице в ЭВМ имеет вид

$$\left\{ (S, \Delta S, \Sigma A, z)_{K_1}, \ell_x, m_x, x, a_x, b_x, \Delta a_x, \Delta b_x, (\Sigma A)_x \right\},$$

$$\left\{ (S, \Delta S, \Sigma A, z)_{K_2}, \ell_y, m_y, y, a_y, b_y, \Delta a_y, \Delta b_y, (\Sigma A)_y \right\},$$

где K_1, K_2 - количество ионизационных толчков в проекциях XOZ и YOZ соответственно,

$(\Sigma A)_{x,y}$ - суммарная энергия одной частицы от ионизационных толчков в проекциях XOZ и YOZ

9. Определение зенитного угла влета каждой частицы в установку и его среднеквадратичной ошибки,

Зенитный угол и его ошибка определяются по формулам:

$$\delta = \arccos (1 + B_x^{-2} + B_y^{-2})^{-1/2},$$

$$\Delta\delta = \left| (\cos^{-3} \delta) (\sin \delta)^{-1} \left(\left(\frac{\Delta B_x}{B_x^3} \right)^2 + \left(\frac{\Delta B_y}{B_y^3} \right)^2 \right)^{1/2} \right|,$$

где $B_x = \frac{1}{b_x}$, $B_y = \frac{1}{b_y}$.

10. Определение суммарного энерговыделения каждой частицы по их суммарным энергиям в X02 и Y02

11. Нахождение энерговыделений заряженных частиц в секциях РИИ-детектора, т.е. в АПК.

Определяются координаты точек пересечения частиц на плоскостях АПК по формулам:

$$x_i = \frac{z_i - A_x}{B_x},$$

$$y_i = \frac{z_i - A_y}{B_y}.$$

где i - номера плоскостей АПК. Исходя из формул, определяющих границы камеры и секции

$$x_{2p} = b_1 + C_1 (\ell - 1) + p \cdot d_3,$$

$$y_{2p} = b_1 + C_1 (m - 1)$$

, где

d_3 - размер одной секции в АПК, находится номер камеры и её секции, которая включает (x_i, y_i) , т.е.

ℓ, m, p .

По этим значениям, среди информации от АПК выбираются соответствующие энерговыделения - A_i .

В случае прохождения частицы в одной из плоскостей АПК через нерабочий объем, соответствующему значению A_i приписывается ноль.

12. Вычисление среднеарифметического и среднегеометрического значений от энерговыделений в АПК;

$$C A = \frac{\sum A_i}{n},$$

$$C \Gamma = \sqrt[n]{\prod A_i},$$

где n - число ненулевых значений A_i .

Эти операции повторяются с отбросом максимального значения A_i ($C A_B$, $C \Gamma_B$).

Аналогично производится обработка энерговыделений с четырех калибровочных ИПК, служащих для измерения энергетических потерь за счет ионизации.

13. Вывод входного массива и результатов обработки на НМЛ.

Если событие не обработано из-за введенных ограничений, то на НМЛ выводятся входной массив, его порядковый номер и признак, что данный массив не обработан.

Информация обработанных событий размещается на НМЛ в двух зонах. В первой записаны входной массив, его порядковый номер и количество слов в следующей зоне, где записаны результаты.

Результаты обработки дают следующую информацию о событии:

- а) число восстановленных траекторий (n);
- б) признак о существовании нейтральной частицы;
- в) полное количество проекций траектории в XOZ и $Y O Z$ плоскостях до выделения пересекающихся;
- г) количество ионизационных толчков каждой траектории в проекциях XOZ , $Y O Z$.
- д) информация о заряженной частице в виде

$$\left\{ \left[(S, \Delta S, \Sigma A, Z)_{K1}^x, \ell_x, m_x, x, a_x, b_x, \Delta a_x, \Delta b_x, (\Sigma A)_x, \right. \right. \\ \left. (S, \Delta S, \Sigma A, Z)_{K2}^y, \ell_y, m_y, y, a_y, b_y, \Delta a_y, \Delta b_y, (\Sigma A)_y, \right. \\ \left. (\Sigma A), \delta, \Delta \delta \right]; (\ell, m, p, A)_i; SA, SG, SA_e, SG_e \}$$

для нейтральной частицы - содержимое квадратных скобок, а также $SA^4, SG^4, SA_e^4, SG_e^4$ -относящиеся к ИПК.

Таким образом, алгоритм позволяет одновременно с набором статистики получать предварительную и достаточно полную информацию о каждом событии.

В заключение авторы благодарят проф.Аматуни А.Ц, проф.Матиняна С.Г. за постоянный интерес и предоставление возможности в выполнении данной работы, доктора физ.-мат.наук Э.А.Мамиджанияна за плодотворные дискуссии.

Авторы признательны директору Ереванского завода "Электрон" Карапетяну Г.С. за постоянную техническую помощь.

Особую благодарность и признательность авторы выражают сотруднику того же завода Киримеджяну С.Х без помощи которого своевременное выполнение данной работы было бы затруднительно.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- 1 . Общий вид экспериментальной установки.
2. Блок - схема приёма.
3. Блок-схема работы ЭВМ в режиме прерывания.
4. Функциональная схема прерывания. Элементы обозначены в соответствии с тех. документацией ЭВМ "Наири-2".
5. Осциллограмма импульсов поступающих на ЭВМ.
6. Блок - схема прерывания.

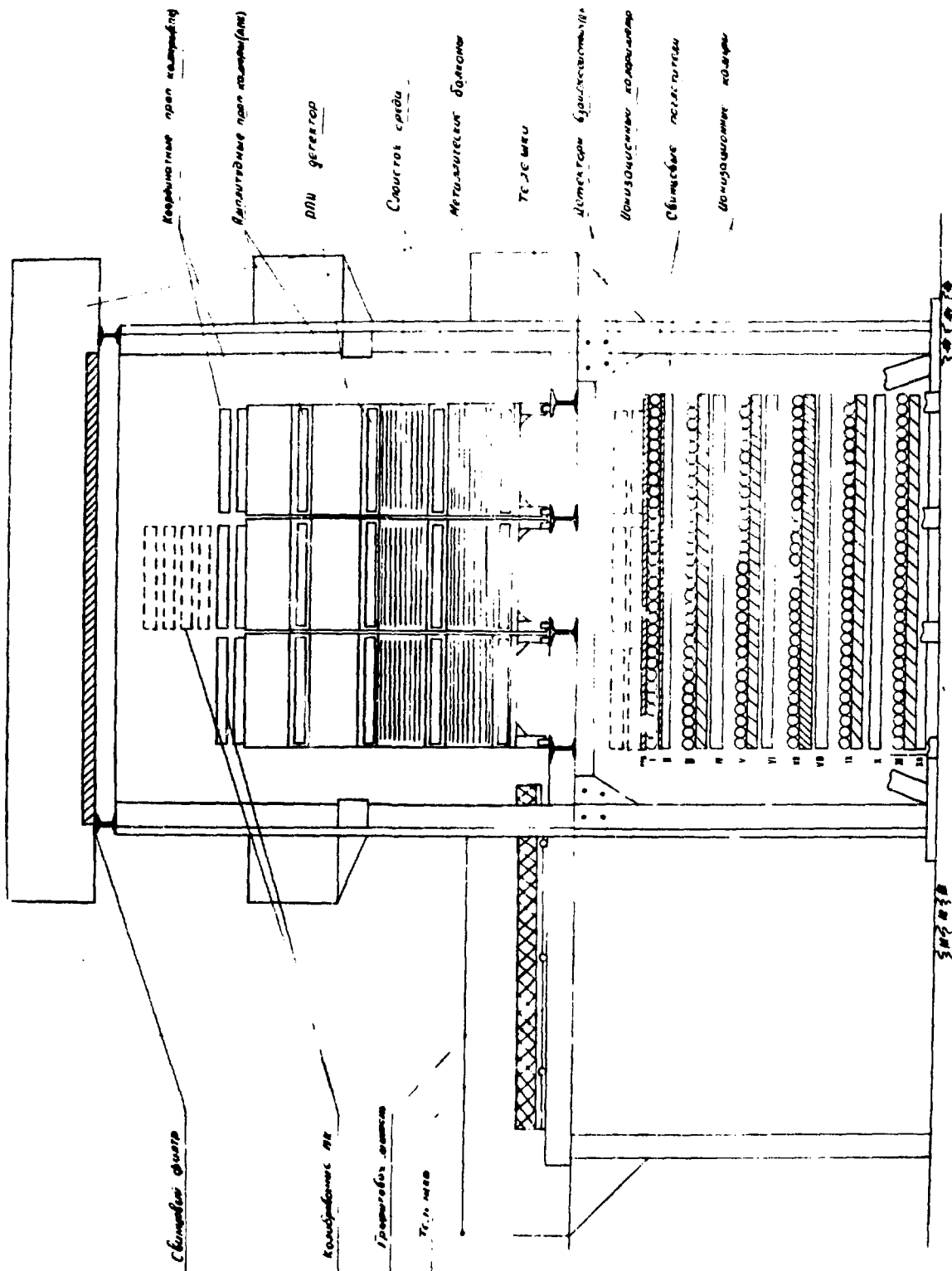


Рис. 1

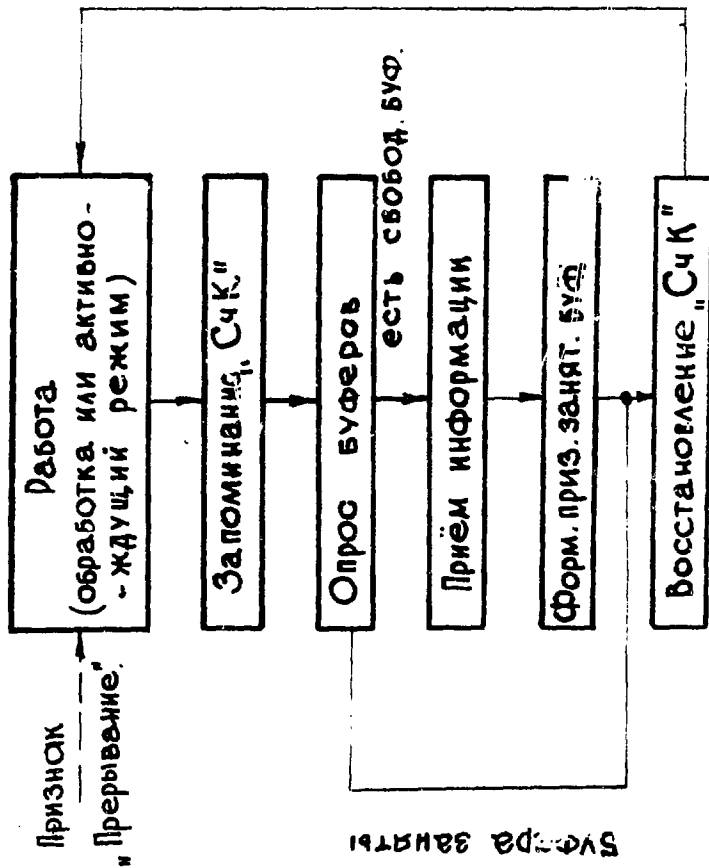


Рис.2

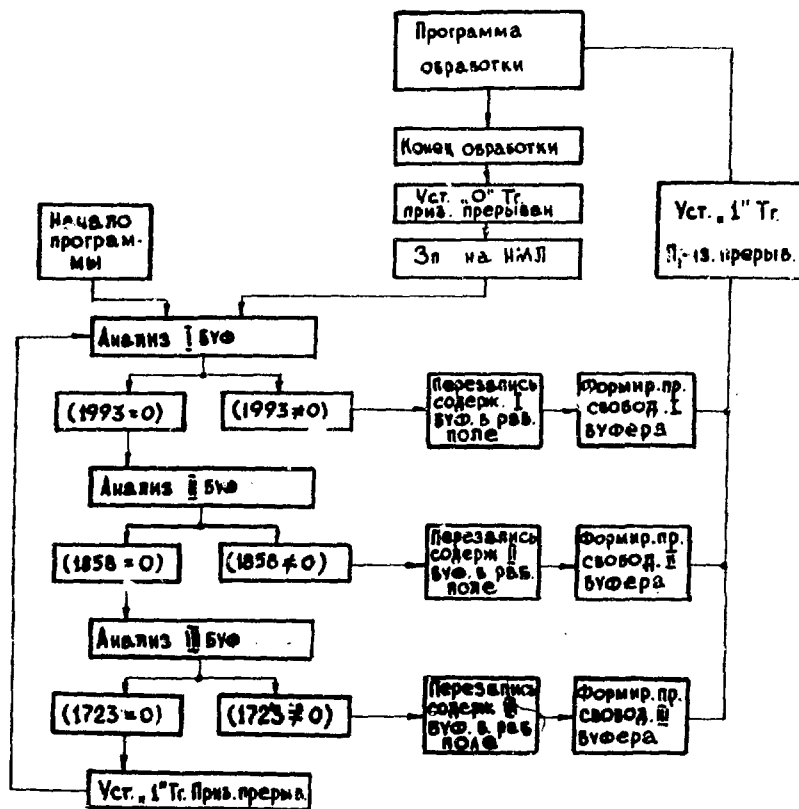


Рис.3

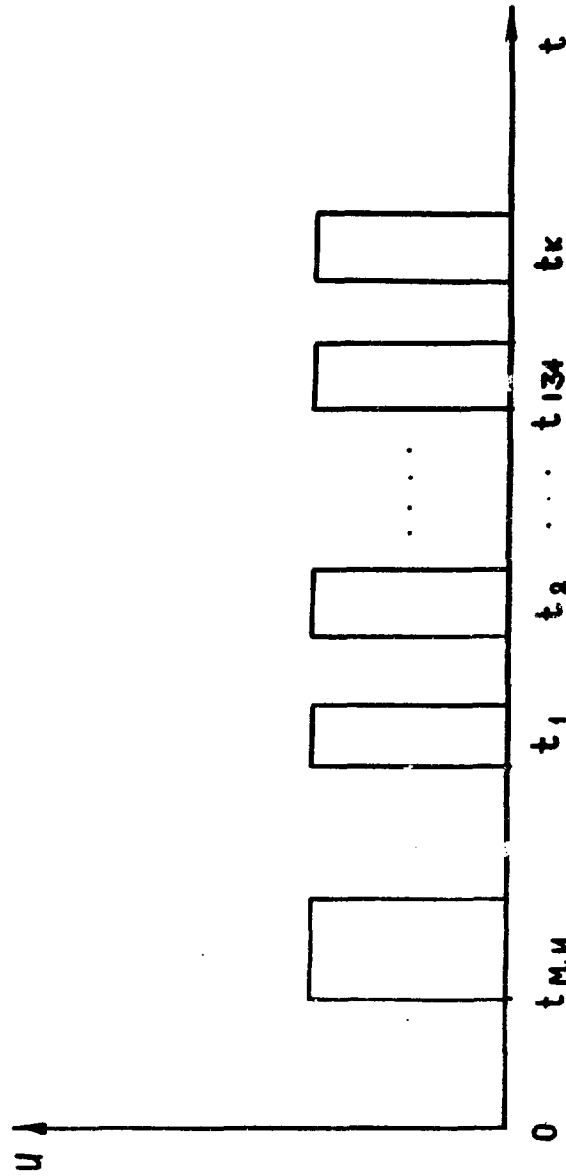


Рис.5

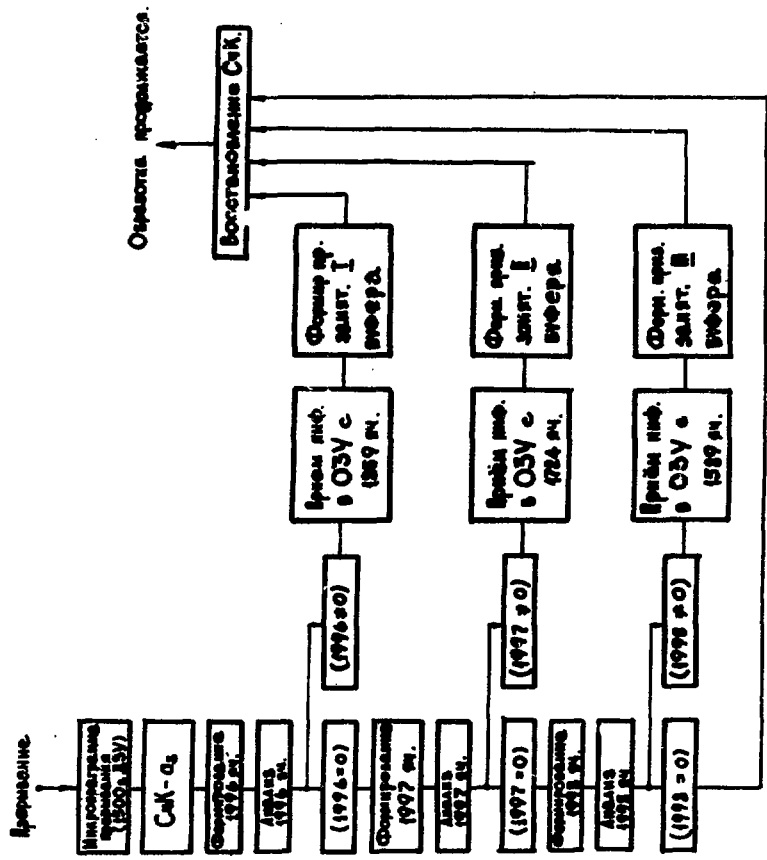


Рис.6

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В.Авакян, А.Т.Авунджян, К.Г.Антоян и др.
Изв.АН СССР, 40, 5, сер.физ., 1976.
2. С.И.Никольский и др. ИТЭ, 1, 81, 1967.
3. Jones W.V, Phys.Rev. 187, 1868, 1969.
4. Н.Л.Григоров, И.Д.Раппорт, В.И.Шестоперов "Частицы высоких энергий в космических лучах", изд. "Наука", М. 1973.
5. Я.С.Бабенки, З.А.Буя, Н.Л.Григоров и др, ЖЭТФ, 40, 1551, 1961.

Рукопись поступила 7-го февраля 1977 г.



Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

заказ 905

ВФ- 03225

Тираж 299

Подписано к печати 17/У-77г. Формат издания 30х40

1,5 уч.изд.л. Ц. 11к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, пер.Мар-
харяна 2.

индекс 3624