

8U7605159

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ՔՐԻՍՏՈՍԻ ԶԱՆՈՐԴՈՒՄ НАУЧНОЕ СООБЩЕНИЕ

ЕФИ—129(75)

Т.Л.АСАТИАНИ, С.В.АЛЧУДЖЯН, Г.В.БАДАЛЯН,
Г.А.БЫДАНОВ, К.А.ГАЗАРЯН, Л.И.КОЗЛИНЕР,
В.М.КРИЩЯН, Г.Э.МИНАСЯН, В.Н.ПРОХОРОВ,
К.К.ПРОХОРОВА, С.В.ТЕР-АНТОНЯН

АРАГАЦСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОЭНЕРГИЧНОГО ПОТОКА
МИООНОВ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-129(75)

Т.Д.АСАТИАНИ, С.В.АЛЧУДЖЯН, Г.В.БАДАЛЯН,
Г.А.БЫДАНОВ, К.А.ГАЗАРЯН, Л.И.КОЗЛИНЕР,
В.М.КРИЩАН, Г.Э.МИНАСЯН, В.Н.ПРОХОРОВ,
К.К.ПРОХОРОВА, С.В.ТЕР-АНТОНЯН

АРАГАЦСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХАРАК-
ТЕРИСТИК ВЫСОКОЭНЕРГИЧНОГО ПОТОКА МЮОНОВ
КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Ереван 1975

© *Ереванский физический институт, 1975*

1. Введение

В основе теоретических предсказаний об энергетическом спектре, угловом распределении и зарядовом отношении космических мюонов, при высоких энергиях, заложены определенные предположения о моделях первичных взаимодействий адронов. Однако сравнение эксперимента с теоретическими предсказаниями затруднено ограниченной статистической точностью и некоторой несогласованностью полученных уже экспериментальных данных.

Большой интерес представляет также исследование характеристик групп проникающих частиц, природа которых не нашла еще полного объяснения.

Поэтому в последнее время проводится улучшение экспериментальных установок для измерения импульсного спектра и зарядового отношения космических мюонов, развиваемое в двух направлениях, а именно, в увеличении светосилы спектрометров и в повышении их разрешающей способности.

В настоящее время получены первые экспериментальные данные на недавно сооруженных крупных магнитных спектрометрах MARS [2] в Англии, BNL [3] и UCSD [4] в США.

Планируются новые светосильные мюонные спектрометры в Японии [5] и ФРГ [6].

Настоящий магнитный спектрометр, предназначенный для исследования мюонов высоких энергий является единственным в Советском Союзе и в отличие от всех

остальных спектрометров, работающих на уровне моря, установлен на высоте гор (высокогорная станция Арагац 3250 м над уровнем моря).

Он представляет собой сплошной железный магнит, по обе стороны которого установлен телескоп сцинтилляционных счетчиков, выделяющий мюоны, проходящие через установку.

Траектории мюонов регистрируются с помощью двух оптических широкоазорных искровых камер (ШИК) и 12 проволочных узкоазорных искровых камер с автоматическим выводом информации на ферритовых кольцах рис.1. Ось спектрометра направлена под углом $\alpha = 70^\circ$. Приём частиц осуществляется с одной стороны (с запада), этим объясняется несимметричное расположение установки (см.рис.1). Полная длина спектрометра $L_c = 660$ см., диапазон зенитных углов от 80° до 90° , интервал азимутальных углов 20° .

Светосила установки для частиц с бесконечным импульсом равна 85 см^2 стер. Минимальный импульс мюона, регистрируемый установкой при включенном магнитном поле 5 Гэв/с.

В настоящей статье приводятся некоторые конструктивные особенности и характеристики магнитного спектрометра.

2. Магнит и магнитные измерения [7]

Нами используется переделанный магнит СП-29, в котором воздушный промежуток забит железными пластинами.

Установлено принудительное воздушное охлаждение и улучшена система стабилизации тока возбуждения. Сечение магнитного объема $80 \times 80 \text{ см}^2$, длина его, вдоль которой движутся частицы - 211 см. Для измерения магнитного поля и его распределения в магнитном объеме в сердечнике магнита имеются специальные отверстия, в которые устанавливаются измерительные рамки.

На рис.2 приведена кривая намагничивания, из которой видно, что уже при токе 200а железо магнита входит в насыщение.

Работа ведется при токе возбуждения, равном 210а, что дает среднюю напряженность магнитного поля, равную 21 кгс. Таким образом, отклоняющая сила равна $\int \vec{B} d\ell = 44,3$ кгс.м.

° Измерение топографии поля показало, что напряженность магнитного поля в разных точках магнитного объема отличается (на 5-6%) от среднего значения.

Рассеянное поле, измеренное в районе ближних к магниту сцинтилляционных блоков, оказалось не более 25 эрстед.

3. Сцинтилляционный телескоп (СТ)

СТ состоит из четырех пластических сцинтилляционных блоков C_1-C_4 (рис.1). Размеры $C_1 - C_4 - 100$ х 100 х 5 см³ а $C_2-C_3 - 80$ х 80 х 4 см³.

Блок состоит из четырех счётчиков, каждый из которых просматривается одним ФЭУ-36. Блоки защищены светонепроницаемым магнитным экраном, изготовленным из листового железа толщиной 3 мм. Все ФЭУ расположены в двухслойных цилиндрических экранах, изготовленных из железных труб с толщиной стенок 5 мм. Фото-катоды удалены от сцинтилляторов в глубь магнитных экранов, а оптический контакт с последними осуществляется при помощи световодов из оргстекла. ФЭУ блоков C_2 и C_3 (где рассеяное поле равно 25 эрстед) обернуты дополнительно многослойным пермалоевым экраном. Питание для каждого ФЭУ подбиралось таким образом, чтобы эффективность регистрации была не менее 98%.

Определение эффективности j -того счётчика i -того блока C_{ij} проводилось из сравнения двойных совпадений контрольного телескопа двух маленьких счётчиков $c_1 c_2$ с тройным совпадением $c_1 C_{ij} c_2$, счётчик C_{ij} помещался между счётчиками c_1 и c_2 .

Временные задержки определялись методом задержанных совпадений, причем кроме основной схемы совпадения работала вторая, определяющая количество случайных совпадений, что позволяло проводить более быстрые и точные измерения. В итоге, временные связи были определены с точностью ~ 1 нсек.

Настройка СТ проводилась в вертикальном направлении, где интенсивность падающих частиц наибольшая.

4. Электроника

В спектрометре в основном используются функциональные блоки наносекундного диапазона, разработанные в ЛЯП ОИЯИ и изготовленные в виде промышленных образцов ЦЭМ ОИЯИ.

Блок-схема электроники приведена на рис.3. Импульсы со сцинтилляционных счетчиков поступают на формирователи Φ_1 , которые вырабатывают логические сигналы. Импульсы со счетчиков i -того блока выравниваются во времени блоками задержек Z_1 и поступают на сумматор Σ_2^i , так как сумматоры имеют три входа, то импульсы с C_{i1} и C_{i2} суммируются в Σ_1 и как один сигнал вместе с C_{i3} и C_{i4} поступают на вход Σ_2^i , причем дополнительная задержка, вносимая в счетчики C_1 и C_2 из-за Σ_1 учитывается в Z_1 . С одного из выходов Σ_2^i импульсы поступают на блок-интенсивометр И, позволяющий вести непрерывный контроль за работой отдельных сцинтилляционных блоков. С другого выхода Σ_2 сигналы через формирователи Φ_2 и блоки задержек Z_2 , учитывающих время пролета мюона через установку, поступают на схему совпадения CC_1 или CC_2 .

Таким образом, имея два независимых комплекта импульсов со сцинтилляционного телескопа, мы имеем возможность осуществить прием частиц с обеих сторон спектрометра (на первом этапе работ прием частиц осуществляется с одной стороны). Разрешающее время CC

задается блоками Φ_2 , имеющим три фиксированных значения 7,12,18 нсек.

Логический сигнал с СС усиливается усилителем У и запускает генератор запуска ГЗ.

Блок ГЗ, во-первых, вызывает срабатывание генератора поджига (ГП) и далее высоковольтного генератора Аркадьева-Маркса - (ГМ) (питание искровых камер), во-вторых, запускает блок вспомогательных устройств ВУ и блок блокировки Б. Блок Б потенциалом, подаваемым на антисовпадателный вход СС, запирает схемы на время, необходимое для зарядки емкостей в ГМ и протяжки плёнки в фоторегистраторах. Время блокировки регулируется от 0 до 20 сек.

Блок ВУ обеспечивает работу фоторегистраторов: подсвет реперных меток счетчика кадров, счетчика "номер пленки", индикатора "направление магнитного поля", индикатора "направление приема частиц", индикатора "номер искровой камеры" и подсветки меток Бренера.

Все схемы, стоящие после СС, а также блоки И разработаны и собраны в нашей лаборатории.

5. Телескоп ШИК

Выбор ШИК был продиктован их высокими пространственными характеристиками, а также, что особенно важно для изучения группового прохождения мюонов, их высокой ливневой эффективностью.

В телескоп искровых камер входят две ШИК, группа реперных меток для получения информации с ШИК в одной координатной системе, оптические клинья для определения глубины прохождения частицы в ИК и фоторегистраторы. Эксплуатация ШИК на высокогорной станции в условиях больших перепадов атмосферного давления и температуры оказалась нетривиальной. Боковые стенки двухсекционных камер были изготовлены из стекла толщиной 5 мм.

В качестве электродов использовались дюралевые рамки с намотанными на них проволоками. С наружной стороны к рамке приклеена лавсановая пленка, что дает возможность камере "дышать". Размеры ИК 100 x 100 x (2 x 15) см³, ИК откачивались в барокамере и наполнялись технически чистым неоном до внешнего давления, равного 500мм ртутного столба.

Фотографирование проводится двумя пневматическими фоторегистраторами ФР-1 и ФР-2, имеющими бездисторсионные объективы Руссар-Плазмат с фокусным расстоянием 200 мм, на неперфорированную аэрофотопленку, шириной 50мм тип 15-800, испанхром, светочувствительностью 1000 ед. Гост 0,85 при диафрагме 1 : 11.

Для определения y -координаты траектории частицы (глубины) используются оптические клинья из оргстекла, сквозь которые фотоаппарат видит края треков; на пленке изображения этих отрезков трека смешаются относительно изображения трека на величину Δ , пропорциональную глубине y . Независимо от ИК в местах расположенных в поле зрения ФР-ов жестко закреплено по 5 реперных меток, позволяющих привести информацию в единую систему координат. С помощью оптических приборов все метки расположены строго в одной горизонтальной плоскости, параллельной плоскости пленок обоих ФР-ов, которые также лежат в одной плоскости. Центральные кресты и оптические оси ФР-ов выставлялись в одну плоскость, проходящую через геометрическую ось спектрометра. Расстояния между крестами измерены жевневской линейкой и компарированной инварной лентой.

Расстояние между плоскостью пленки и плоскостью реперных крестов измерялось оптическими приборами.

На рис.4 приведен типичный кадр с фотографией мюона.

а. Калибровочные измерения.

Выше была описана методика выставления реперных меток-крестов и клиньев. Для более точного определения взаимного расположения крестов и оптических осей

ФР-ов в плоскости (плоскость магнитного отклонения) и определения глубины трека ψ по отклонениям Δ , были проведены калибровочные измерения. Сквозь щели в железе магнита были протянуты три струны из бериллиево-бронзы диаметром 0,8 мм.

Чтобы уменьшить провисание, струны были сильно натянуты при помощи специального устройства, поддерживающего постоянное натяжение в процессе измерения. Фотографируя одновременно струны и кресты, считая струну прямой линией, можно определить координаты крестов относительно нее. Результаты измерений с помощью прецизионного проектора показали, что угол между линиями крестов $K_1 K_2$ и $K_3 K_4 = 0,0003 \pm 0,0002$.

Для следующих калибровочных измерений с помощью прецизионного координатного станка на блоке полированного оргстекла размером $(120 \times 40 \times 3) \text{ см}^3$ были проведены продольные и поперечные линии шагом $(30000 \pm 10) \text{ мк}$, полученная сетка компарировалась на микроскопе. При освещении в торец получаем светящуюся сетку, которую легко фотографировать. Устанавливая эту сетку строго горизонтально на разных глубинах в области расположения ИК (шаг изменения глубины 100 мм) и, подставляя определенную риску на сетке под отвес, опущенный от ФР по его оптической оси, фотографируем сетку вместе с крестами. Для каждой глубины получается снимок, на котором видна точка, лежащая на оптической оси, кресты, светящиеся линии сетки и отрезки этих линий, просматриваемые ФР-ом через клинья. Таким образом, мы получаем для каждого клина зависимость отклонений от глубины при различных X-ах, которая будет выражаться аналитически и вводиться в память ЭВМ при машинной обработке.

Эти же снимки использовались для определения дисторсии объектов. Измерения проведены на микроскопе УИМ-21 (точность измерений на пленке 4 мк.). Дисторсии не были обнаружены.

б. Максимально измеримый импульс.

Одним из важнейших параметров установки является максимально измеримый импульс, который равен

$$P_{\max} = \frac{C}{\phi_{\varphi}}, \quad (1)$$

где $C = 1,33$ постоянная спектрометра, а ϕ_{φ} ложный угол.

Обычный метод определения P_{\max} по измерению ложного угла между треками мюонов до и после магнита в отсутствии магнитного поля, к сожалению, не может быть использован из-за большого многократного рассеяния частиц низкоэнергичной части мюонного потока в сплошном железном сердечнике магнита. Поэтому здесь применяется другой подход. Величину ложного угла ϕ_{φ} можно представить в виде

$$\phi_{\varphi} = \sqrt{\phi_{\alpha\beta}^2 + \phi_{\langle \nu \rangle}^2 + \phi_{\gamma}^2}, \quad (2)$$

где $\phi_{\alpha\beta}$ - ошибка в определении траектории частицы в спектрометре

$\phi_{\langle \nu \rangle}$ - ошибка, вносимая многократным рассеянием частиц в сердечнике магнита.

ϕ_{γ} - ошибка юстировки реперных меток.

Как было отмечено в пункте а неопределенность в определении юстировочного угла $\phi_{\gamma} = 0,0002$.

На магнитное отклонение в спектрометре накладывается проекция угла многократного рассеяния в плоскости отклонения

$$\langle \nu_x^2 \rangle^{1/2} = \frac{K}{P\beta\sqrt{2}} (\sum t_i)^{1/2}, \quad (3)$$

где $K = 22$ Мэв, $\sum t_i$ - полная толщина вещества на пути частицы в радиационных единицах, $\beta = \frac{v}{c} \sim 1$ в нашем случае, P - импульс частицы [Мэв/с²]

Интерес представляет величина

$$\frac{\langle \nu_x^2 \rangle^{1/2}}{\varphi} = \frac{\kappa L^{1/2} p^{-1/2}}{\sqrt{2} \beta 300 B L p^{-1/2}} \sim L^{-1/2} = 0,13, \quad (4)$$

которая не зависит от импульса частицы и показывает, что угол многократного рассеяния составляет 13% от угла магнитного отклонения. Исходя из этого можно принять, что

$$\sigma_{\langle \nu \rangle} \approx 0,13 \sigma_{\alpha\beta}. \quad (5)$$

Точность локализации трека $\sigma_{\alpha\beta}$ запишем в виде

$$\sigma_{\alpha\beta} = \sqrt{\sigma_{\alpha_0}^2 + \sigma_{\beta_0}^2 + 2\sigma_n^2}, \quad (6)$$

где $\sigma_{\alpha_0}, \sigma_{\beta_0}$ - ошибка в локализации трека в первой и второй

ИК, соответственно

σ_n - ошибка измерения

Мы предполагаем, что $\sigma_{\alpha_0} = \sigma_{\beta_0}$. Для определения σ_{α_0} на проекторе были измерены углы α между треками в первом и во втором отсеках ИК1 для частиц, прошедших всю установку. В этом случае

$$\sigma_{\alpha}^2 = \sigma_{\alpha_0}^{I2} + \sigma_{\alpha_0}^{II2} + 2\sigma_n^2 + \sigma_{\langle \nu \rangle_0}^2, \quad (7)$$

где σ_{α} - среднеквадратичный разброс в определении угла α .

$\sigma_{\alpha_0}^I, \sigma_{\alpha_0}^{II}$ - ошибка в локализации трека в первом и во втором отсеках ИК1, мы предполагаем $\sigma_{\alpha_0}^I = \sigma_{\alpha_0}^{II}$.

σ_n - ошибка измерения

$\langle \nu \rangle$ - угол многократного рассеяния в среднем электроде ИК.

Так как частицы, прошедшие через установку имеют минимальный импульс 5 Гэв/с, то из (3) имеем $\langle \nu \rangle = 0,0003$. Ошибка измерения σ_n - определялась путем многократного измерения одного и того же трека разными наблюдателями и оказалась $\sigma_n = 0,00045$.

Измерения α дали следующий результат (рис.5)

$$\bar{\alpha} = 0,00009 \quad \sigma_{\alpha} = 0,00084$$

Отсюда определяем $\sigma_{\alpha_0} = 0,00032$. Зная σ_{α} , $\langle \nu \rangle$, σ_n и подставляя (7) (6) (5) в (2) получаем, $\sigma_{\psi} = 0,00082$, которая согласно (1) дает $P_{\max} = 1600$ Гэв/с.

Отметим, что наибольший вклад в σ_{ψ} дает величина σ_{α_0} , большую долю которой составляет ошибка измерения σ_n . При машинном обмере пленок мы надеемся получить большую точность измерения, что должно повысить максимально измеримый импульс.

6. Система проволочных искровых камер - ПИК.

Одновременно с регистрацией треков в ШИК траектория заряженного мюона фиксируется системой ПИК с бесфильмовым съемом информации [8].

В спектрометре установлены 12 ПИК с рабочей площадью (1000×1000) м² и шагом намотки регистрирующих электродов, равным 1 мм.

Таким образом, полный объем информации, заключенный в каждом акте срабатывания установки, составляет $\sim 1,2 \cdot 10^4$ бит. В то же время, интересующие нас данные о траекториях зарегистрированных частиц содержат 200 бит на каждую траекторию. Чтобы выделить эту полезную часть информации из полного её объема, заданного общим числом камер в установке и их размерами, обычно применяются сложные устройства вывода в

сочетании с малыми ЦВМ.

Используемый нами метод прямого кодирования координаты искры в камере [9,10] позволяет выделить полезную информацию уже на стадии регистрации траектории частицы в искровых камерах. Координаты точек пересечения траектории одиночного мюона с плоскостями регистрирующих электродов искровых камер кодируются в двоичном коде и предварительно запоминаются в ферритовых блоках-шифраторах. С учетом специального контрольного кода [11] общий объем, запоминаемой в одном событии информации составляет 240 бит, при частоте срабатывания установки 10^4 гц.

Вывод и накопление такого количества данных не вызывает серьезных технических трудностей и в нашем случае осуществляется с помощью специально разработанного "Устройства вывода" и серийного ленточного перфоратора ПЛ-80.

а. Конструкция и высоковольтное питание, ПИК.

Внутреннее строение большой проволочной искровой камеры [12] Арагацкого спектрометра показано на рис.6. Фигурный профиль проволочных электродов камеры, который задается треугольной формой сечения электродных рам (рис.6-1,3) и трапецеидальной рамой-зазором (рис.6-2), способствует получению высококачественных рабочих характеристик камеры в широком диапазоне питающих напряжений.

Камеры изготовлены из недорогих материалов (гетинакс, текстолит, эпоксидный компаунд), имеют жесткую и прочную конструкцию, рассчитанную на длительную работу в сложных условиях высокогорья. Проволочные электроды наматываются на специальном станке, обеспечивающим стабильное натяжение каждого витка. Для проволоки диаметром 0,1 мм из бериллиевой бронзы натяжение составляло 120г.

Входные и выходные окна камер закрыты лавсановой пленкой толщиной в 60 мкм.

Отличительной особенностью проволочных искровых

камер настоящего спектрометра является возможность их эксплуатации с гелиевым наполнением.

Замена дорогостоящего неона гелием экономически очень выгодна, если учесть, что спектрометр эксплуатируется в режиме непрерывных многомесячных измерений, и расход благородных газов очень велик.

Высоковольтное питание ПИК спектрометра организовано таким образом, чтобы обеспечить стабильность запуска камер и управляемый режим записи информации в ферритовых шифраторах. Сложность проблемы заключается в том, что шифраторы включаются непосредственно в высоковольтную цепь питания камеры, и ток искрового разряда используется для перемагничивания ферритовых колец и записи кода. Независимость режима запуска камеры от режима записи кода обеспечивается схемой высоковольтного питания, приведенной на рис.7.

Распределенный конденсатор, смонтированный в раму электрода (см. также рис.6-10,11,12), обеспечивает быстрое нарастание напряжения на электроде камеры. Несмотря на значительную ёмкость камеры, равную $2 \cdot 10^3$ пф, интегрирование переднего фронта импульса практически не происходит из-за отсутствия в этой цепи какого-либо сопротивления. Не участвуют в этом процессе и включенные в высоковольтную цепь шифраторы Шф1 и Шф2.

Искровой разряд в камере закорачивает противоположные проволоки электродов, шунтирует сопротивление R_3 и подключает ферритовые шифраторы к разрядной цепи $C_3 R_2$. Варьируя сопротивление резистора R_2 , можно регулировать токовый режим записи информации в шифраторах.

Высоковольтный коммутатор выполнен на разряднике тригatronного типа. Общая задержка высоковольтного импульса относительно момента регистрации события схемой совпадений составляет ~ 500 нсек.

б. Кодирование и вывод информации.

Координаты искр в ПИК кодируются в ферритовых шифраторах. Для кодирования мы используем двоичный реф-

лексный код Грея. Это помогает избежать неопределенностей, неизбежно возникающих, если искра задевает более одной проволоки. Нами показано, что в сочетании с контрольным инверсным кодом, код Грея позволяет однозначно расшифровать координату, соответствующую одиночной, двум и трем соседним проволокам электрода, и определить "ширину" зоны, захваченной искрой. Эта дополнительная информация о ширине искрового канала позволяет повысить пространственное разрешение искровых камер [14].

Специальное "Устройство вывода" информации, разработанное на основе логического комплекса вычислительной машины "Наири", осуществляет поочередный опрос ферритовых шифраторов, принимает информацию на 20-разрядный триггерный регистр и затем передает её построчно в накопительное устройство - ленточный перфоратор ПЛ-80. Время регистрации одного события составляет ~ 2 сек.

Информация, записанная на перфоленде, обрабатывается на вычислительной машине М-222. Программа обработки предусматривает:

1. Отбор полезных событий, в которых в каждом плече спектрометра сработало хотя бы по 3 камеры из 4-х.
2. Расшифровку координат, перевод их из кода Грея в десятичный.
3. Построение траекторий зарегистрированных частиц до магнита и после него.
4. Вычисление дисперсии отклонения экспериментальных точек от вычисленной прямой и дисперсии угловых коэффициентов.
5. Определение зоны пересечения траекторий в теле магнита.
6. Вычисление импульса частицы P и ошибки в определении импульса ΔP для данного случая.

Была проведена первая серия измерений с телескопом ШИК. Предварительная обработка первых 200 событий позволила оценить угловое разрешение телескопа, которое

составило $2,3 \cdot 10^{-4}$ рад, для каждого плеча спектрометра. Мы принимаем, что угловое разрешение всего телескопа в $\sqrt{2}$ раз хуже указанной величины, а максимально измеримый импульс P_{\max} при указанных выше параметрах магнитного поля спектрометра составляет $\sim 4,1$ Тэв.

7. Ожидаемая скорость счета.

Ожидаемая скорость счета, подсчитанная на основании работ [15,16] следующая:

| | | |
|------------|---|--------------|
| 5 Гэв/с | - | 260 1 /сутки |
| 100 Гэв/с | - | 40 1/сутки |
| 300 Гэв/с | - | 9 1/сутки |
| 1000 Гэв/с | - | 2 1/сутки |

Таким образом, средняя ожидаемая скорость счета частиц $\sim 10 \div 11$ 1/час, которая действительно наблюдается. Средняя скорость срабатывания установки $\sim 36 \div 40$ 1/час.

Известно, что большое количество ложных срабатываний вызвано широкими атмосферными ливнями. на многих установках, работающих на уровне моря, они составляют $60 \div 80\%$. На больших высотах число ШАЛ растет по отношению к уровню моря более чем на порядок, однако протяженность установки и используемая схема совпадений с высоким разрешением позволили нам получить 30% полезных событий. Антисовпадательные счетчики не применялись, чтобы не терять случая, когда мюон идет с сопровождением.

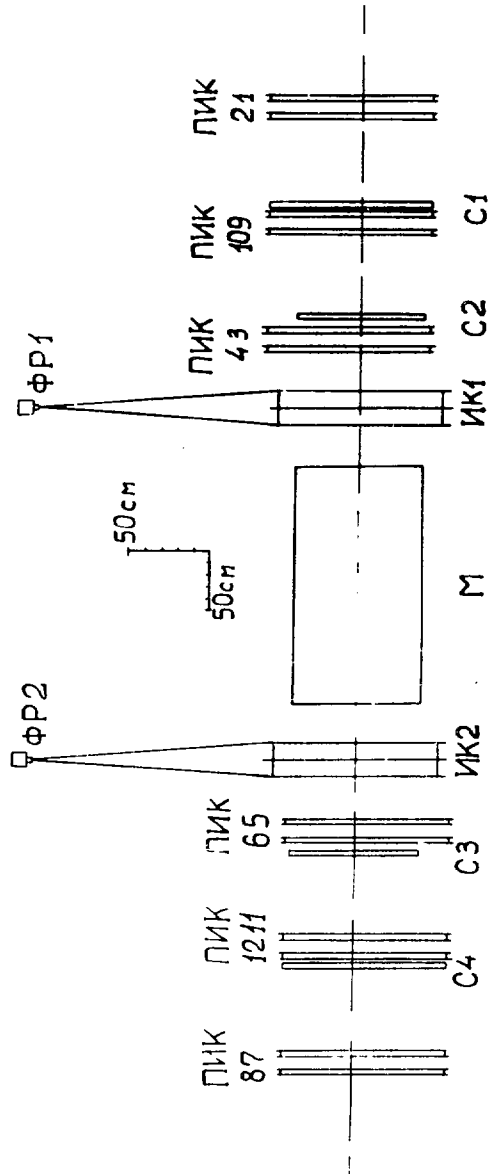


Рис.1

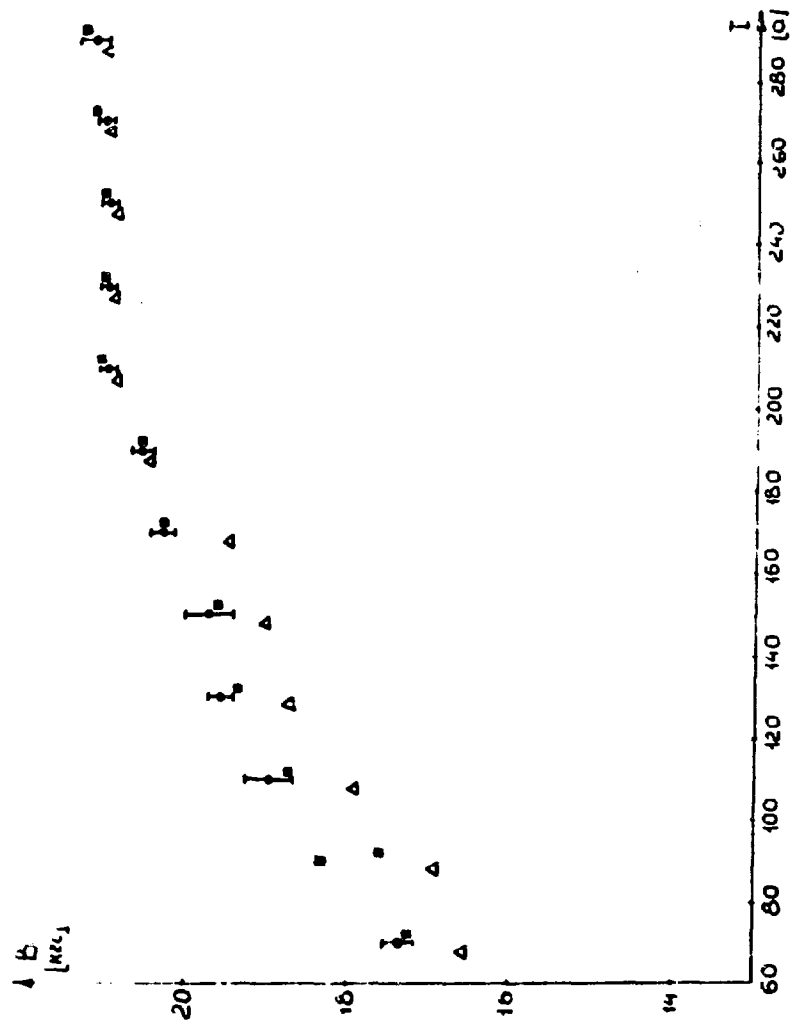
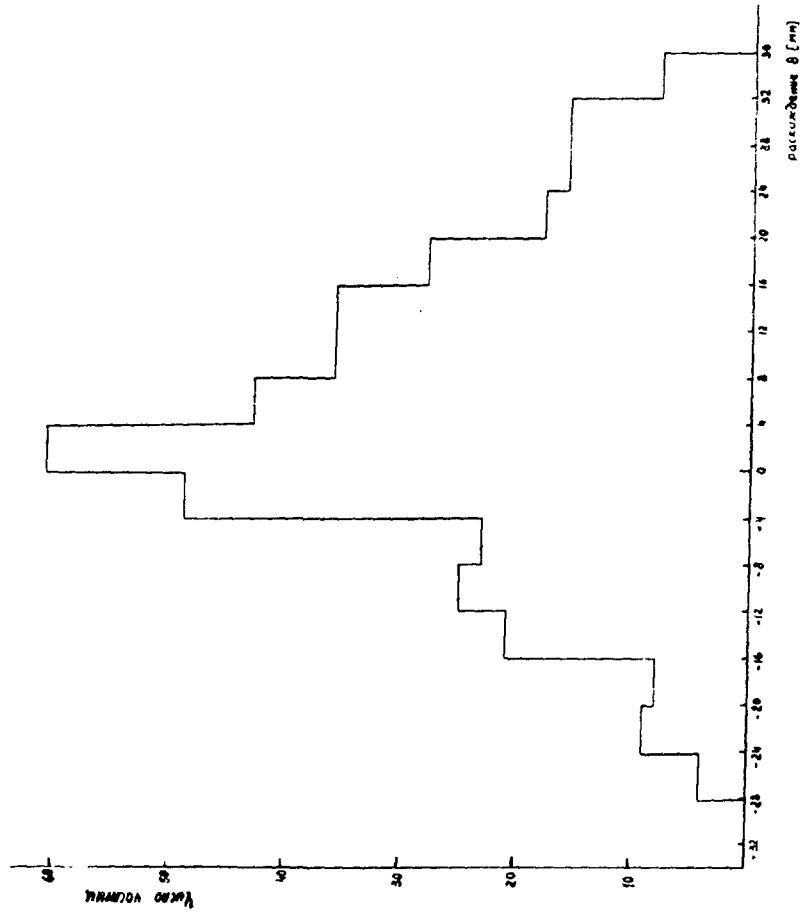


Рис.12



PIC.4

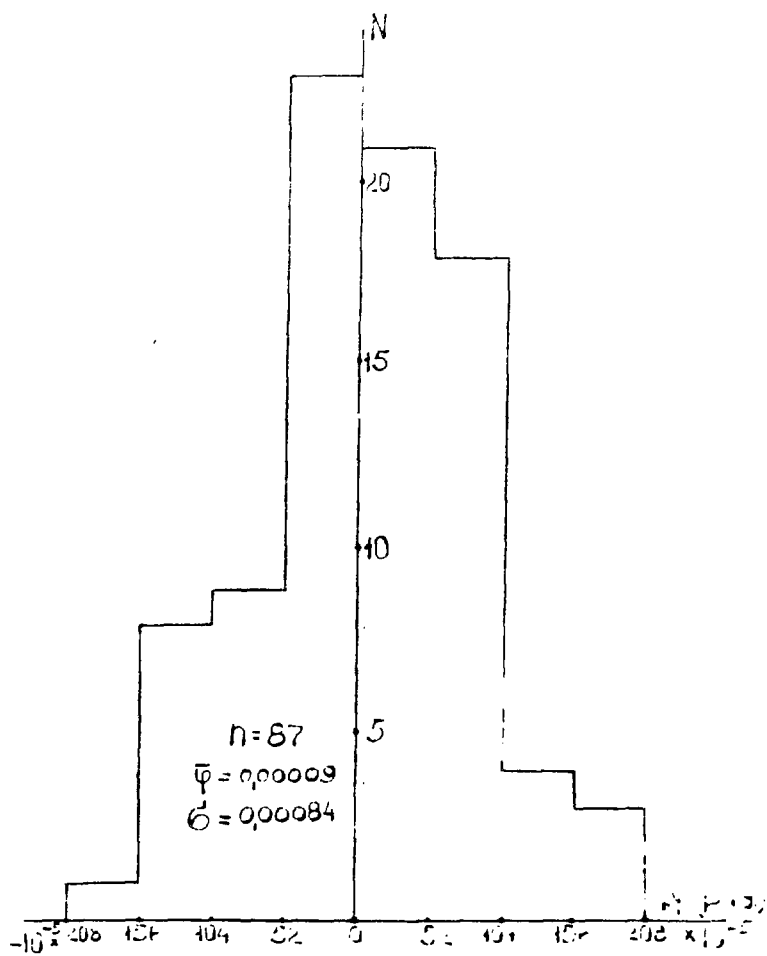


Рис.5

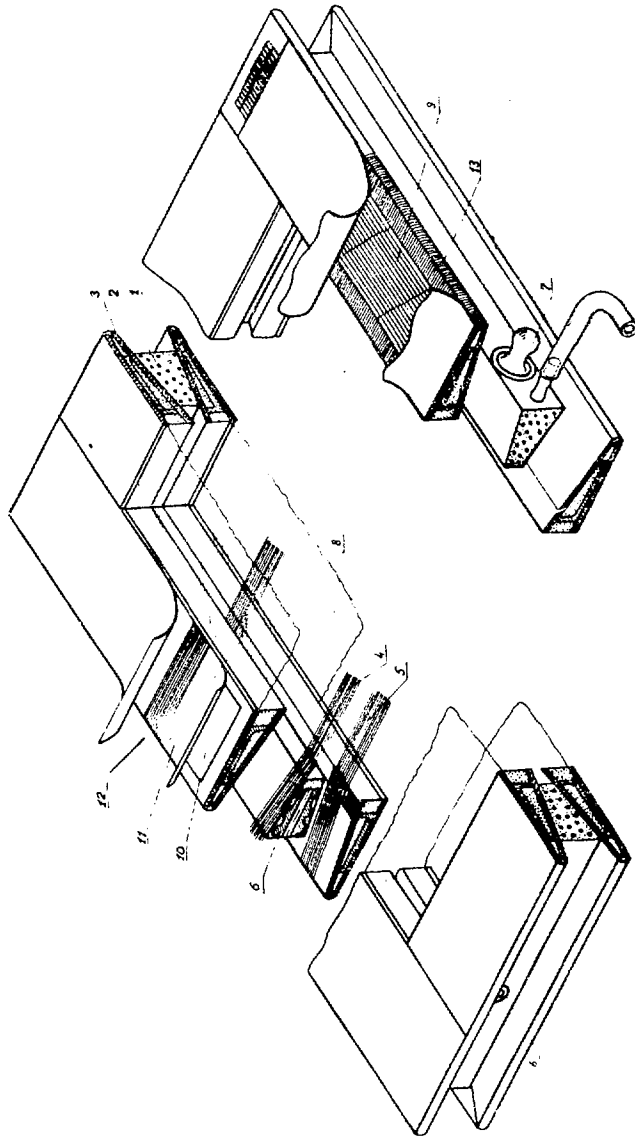


Рис. 6

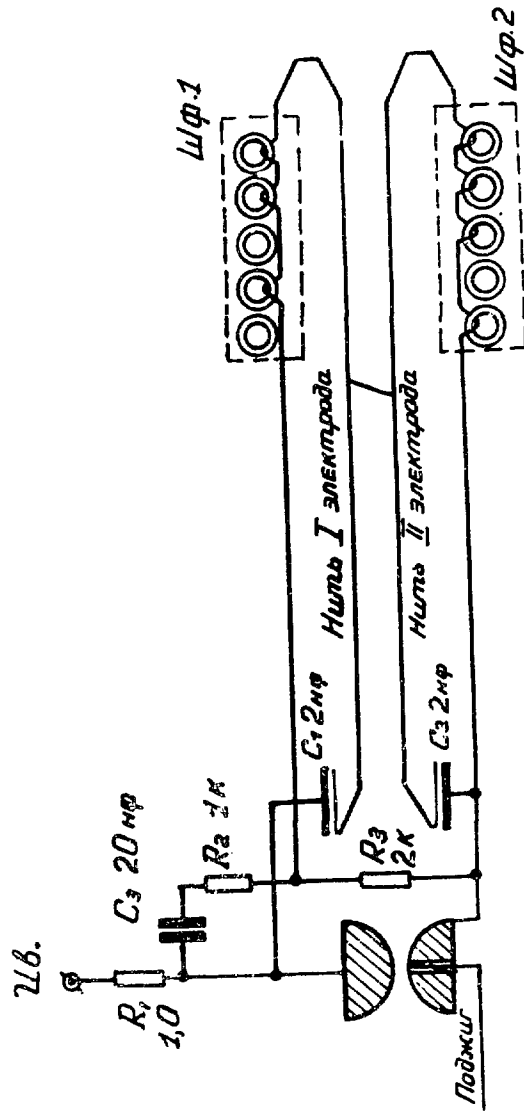


Рис.7

Подписи к рисункам

Рис.1 Схема Арагацского горизонтального мюонного спектрометра М-магнит, С (1-4)-сцинтилляционные блоки, ИК (1-2) - широкозазорные искровые камеры, ИИК (1-12) - проволочные искровые камеры, ФР (1-2) - фоторегистраторы.

Рис.2 Кривая намагничивания

- - эффективное поле в магнитном объёме.
- ▲ - эффективное поле в левой и правой половине магнитного объёма.

Рис.3 Блок-схема электроники

Ф-формирователь, З-задержка, Σ - сумматор, И-интенсивомер, СС-схема совпадений, У-усилитель, ГЗ-генератор запуска, ВУ-вспомогательные устройства, ГП-генератор поджига, ГМ-генератор Маркса.

Рис. 4 Распределение - расхождения в центре магнитного поля.

Рис.5 Распределение - ложных углов между треками в первом и втором отсеках ИК 1.

Рис.6 Конструкция проволочной искровой камеры. 1-3 - рамы-электроды, 2- разделительная трапецеидальная рама -зазор, 4,5-участки намотки проволочных электродов, 6-крепежная втулка, 7-входной кран, 8-лавсановые окна, 9- монтаж выходных шин, 10-12 - конденсатор с распределенными параметрами для питания камер.

Рис.7 Схема высоковольтного питания проволочных искровых камер.

ЛИТЕРАТУРА

1. M.F.Bibilashvili et al., 11-th PICCR, Budapest (1969)
2. C.A.Aure et al., Nucl. Inst. & Meth., 102, 19 (1972)
3. L.Leipunder et al., 13-th PICCR, Denver 3, 1771 (1973)
4. T.E.Burnett et al., 13-th PICCR, Denver, 3, 1764 (1973).
5. T.Kitamura et al., 13-th PICCR, Denver, 3, 1962 (1973)
6. O.C.Allkofer et al., 12-th PICCR, Hobart, 4 (1971)
7. Т.Л.Асатиани и др. Научное сообщение ЕФИ-128(75)
8. T.L.Asatiani et al. Canadian Journal of Physics, 46, 1169 (1967)
9. J.Pizer, CERN Conf. on Films Spark Chamber Techniques, March, p.123(1964).
10. Т.Л. Асатиани и др. ПТЭ, 4, 53, (1967)
11. Г.А.Быданов и др. Научное сообщение ЕФИ-102(75) Ереван.
12. Т.Л.Асатиани и др. Научное сообщение : ЕФИ-107(75) Ереван.
13. Т.Л.Асатиани и др. Известия АН СССР 37 7, сер.физ. (1973)

14. Y.Kamiya. et al., 12-th PICCR, Hobart, 4,
1354 (1971)
15. J.S.Asbury. et al., Il Nuovo Cim.L.XVIB
N2, 169(1970)

Рукопись поступила 20-го мая 1975г.

Редактор Л.И.Мукаян

Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 285 ВФ- 03387 Тираж 299
Подписано к печати 5/УШ-75г. Формат издания 30x40
1,5 уч.изд.л. Ц. 10 к

Отпечатано на ротаприте
Ереванского физического института, Ереван-36 пер.Марка-
ряна 2

