

СЗ46.У6

Б-484

22/10/72

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 6192

949/2-72



6192

С.Ф.Бережнев, А.В. Демьянов, А.В. Купцов,  
А.В. Куликов, Г.Г. Мкртчян, Л.Л. Неменов,  
Ж.П. Пустыльник, Г.И. Смирнов, А.Г. Федунов,  
Д.М. Хазинс, Ю.М. Чиркин

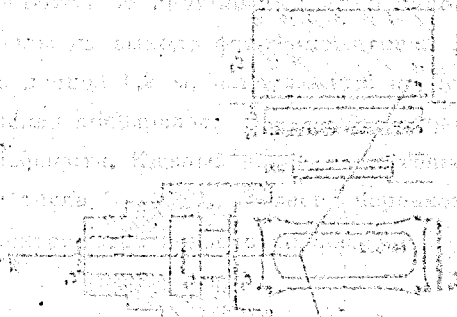
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАТНОГО  
ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ  
( $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$ )

1971

С.Ф.Бережнев, А.В. Демьянов, А.В.Купцов,  
 А.В. Куликов, Г.Г.Мкртчян, Л.Л.Неменов,  
 Ж.П.Пустыльник, Г.И.Смирнов, А.Г.Федунов,  
 Д.М.Хазинс, Ю.М.Чиркин

**УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБРАТНОГО  
 ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИЯ ПИОНОВ  
 ( $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$ )**



Описываемая установка предназначена для исследования реакции обратного электророждения пионов



Некоторые данные о первом варианте установки содержатся в <sup>1/</sup>.

Установка работает на пучке мезонного канала <sup>2/</sup> синхроциклотрона ОИЯИ. Кинетическая энергия пионов, определенная по пробегу в меди, составляет  $T_\pi = 276$  Мэв. Ширина кривой остановок соответствует среднеквадратичному разбросу по энергии  $\Delta T_\pi = 18$  Мэв. Использовался медленный вывод мезонов <sup>3/</sup> с подавлением первого пика, при этом интенсивность пучка, регистрируемого монитором установки, составляла  $(5+6) \cdot 10^5$  сек<sup>-1</sup>. Доля пионов в пучке, определенная по упругому  $\pi^-p$ -рассеянию, составляет  $(79 \pm 4)\%$ .

Общий вид расположения детекторов показан на рис. 1. Функционально установку можно разбить на три телескопа: мониторный телескоп (Т<sub>1</sub>), выделяющий взаимодействия пионов с протонами водородной мишени, и два идентичных боковых телескопа (Т<sub>2</sub> и Т<sub>3</sub>), которые служат для регистрации электронов и позитронов реакции (1) и определения их энергий и углов вылета. Телескоп Т<sub>1</sub> состоит из двух счётчиков совпадений С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> и двух счётчиков антисовпадений  $\bar{C}_3$  и  $\bar{C}_4$ . Сцинтилляторы счётчиков С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> имеют размеры  $100 \times 100 \times 10$  мм<sup>3</sup>, С<sub>4</sub> -  $200 \times 200 \times 10$  мм<sup>3</sup>,  $\bar{C}_3$  -  $200 \times 200 \times 10$  мм<sup>3</sup> с отверстием в центре диаметром 100 мм. В этих счётчиках используются фотоумножители типа ФЭУ-30. Для улучшения загрузочных характеристик мониторных счётчиков последние четыре динода фотоумно-

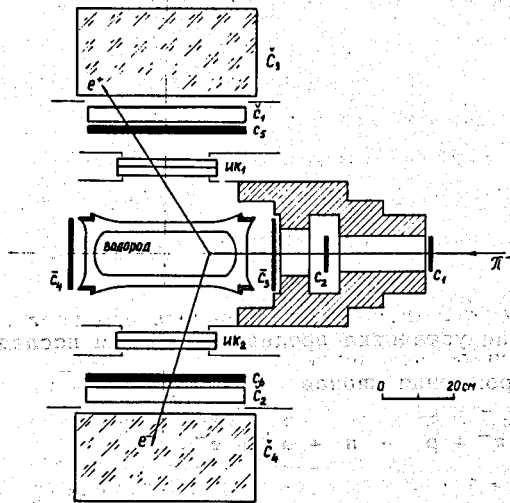


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$  - сцинтилляционные счётчики;  $C_1, C_2$  - пороговые водяные черенковские счётчики;  $C_3, C_4$  - черенковские спектрометры полного поглощения;  $ИК_1, ИК_2$  - искровые камеры.

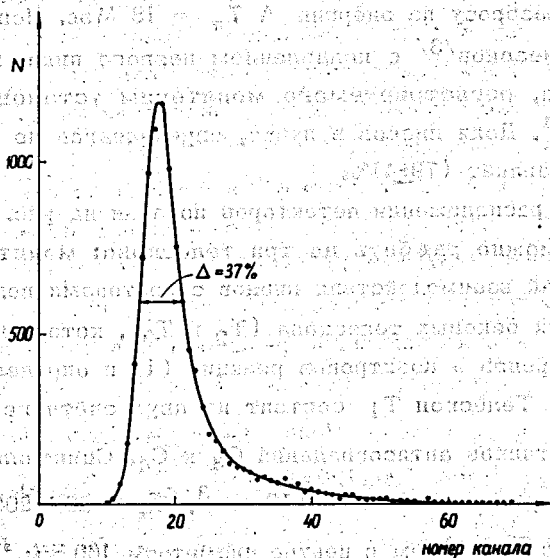


Рис. 2. Амплитудное распределение сигналов бокового сцинтилляционного счётчика, полученное на пучке электронов с энергией 184 Мэв.

жителей запитываются от низкоомных источников питания<sup>4/</sup> (УИП-1). Кроме того сигналы на выходе фотоумножителей формируются с помощью отрезков кабелей длиной 1,2 м, нагруженных на сопротивления 33 ом. Величина сопротивления подбиралась так, чтобы сигнал не имел выброса противоположной полярности. Каждый из боковых телескопов состоит из сцинтилляционного счётчика  $C_5$  ( $C_6$ ), водяного черенковского счётчика  $\zeta_1$  ( $\zeta_2$ ), черенковского спектрометра полного поглощения  $\zeta_3$  ( $\zeta_4$ ) и искровой камеры ИК<sub>1</sub> (ИК<sub>2</sub>).

Боковые сцинтилляционные счётчики применяются для отбора коррелированных во времени событий и для подавления по величине ионизационных потерь фона ( $e^+ e^-$ ) -пар от конверсии  $\gamma$ -квантов. Каждый из счётчиков  $C_5$  и  $C_6$  составлен из двух счётчиков, которые мы будем обозначать  $C_0$ . Сцинтилляторы счётчиков  $C_0$  имеют размеры  $440 \times 220 \times 20$  мм<sup>3</sup>.

Световоды приклеены к торцам  $220 \times 20$  мм<sup>2</sup> и имеют длину 250 мм. В счётчиках используются фотоумножители типа ФЭУ-30. Каждый из счётчиков  $C_0$  обернут алюминиевой пленкой и имеет независимую светозащиту. Составленные вместе два счётчика образуют рабочую поверхность  $440 \times 440$  мм<sup>2</sup>. Зазор между счётчиками - 1+2 мм. Напряжение питания на фотоумножителях подбиралось таким образом, чтобы средние значения амплитуд сигналов двух счётчиков  $C_0$ , составляющих один боковой счётчик, совпадали между собой; выходные сигналы этих счётчиков смешиваются и подаются в зал регистрирующей аппаратуры по одному кабелю. При смешивании подбиралась задержка между счётчиками с тем, чтобы скомпенсировать разность временных задержек фотоумножителей.

Счётчики калибровались на пучке электронов, получавшемся на мезонном тракте<sup>5/</sup>. Спектр амплитуд сигналов одного из счётчиков при прохождении электронов<sup>x/</sup> показан на рис. 2. Ширина распределения на

---

<sup>x/</sup> Распределение ионизационных потерь электронов заметно отличается от распределения потерь ионов из-за различий в характере взаимодействия с веществом. Например, отношение наиболее вероятного значения потерь к средним потерям составляет по нашим измерениям для электронов  $K_e = 0,85 \pm 0,02$ , а для пионов с энергией  $T_\pi \sim 160$  Мэв  $K_\pi = 0,91 \pm 0,03$ . Средние потери электронов меньше средних потерь пионов с указанной энергией ~ на 10%.

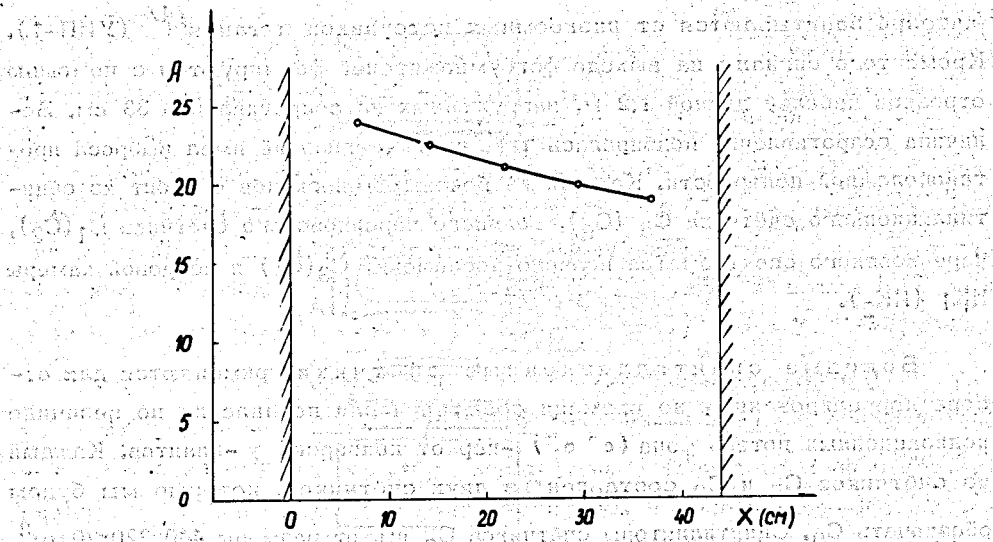


Рис. 3. Зависимость амплитуды сигналов бокового сцинтилляционного счётчика от расстояния между центром пучка и торцом световода.

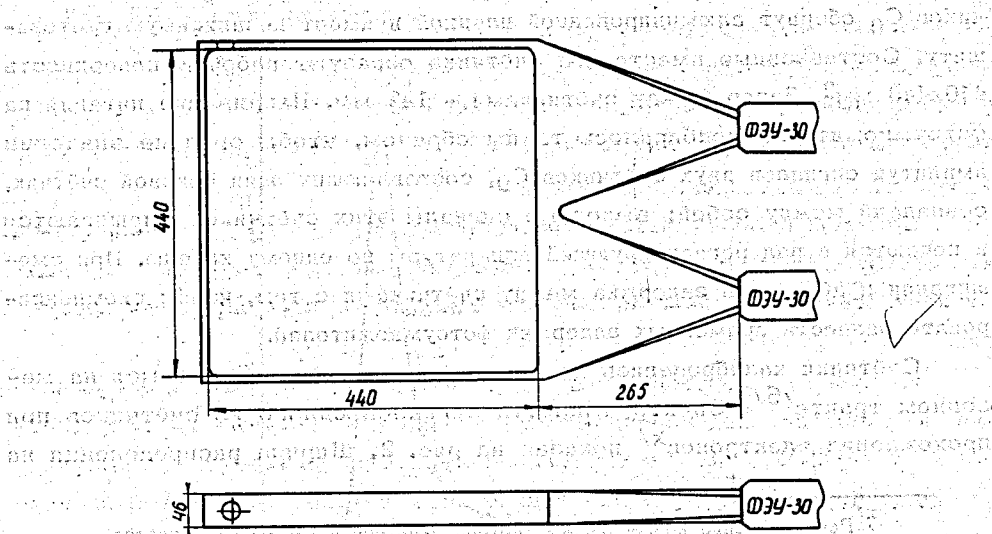


Рис. 4. Конструкция водяного черенковского счётчика.

полувысоте  $\Delta \approx 0,4 A_{\text{вер}}$  ( $A_{\text{вер}}$  - наиболее вероятное значение амплитуды). Временное разрешение счётчика  $\Delta t \sim 3,5$  нсек.

Исследовалась однородность счётчиков. На рис. 3 показана зависимость средней амплитуды сигналов счётчика от места попадания пучка, расстояние до которого отсчитывалось от торца световода. Пучок выделялся дополнительным счётчиком с размерами сцинтиллятора  $100 \times 100$  мм<sup>2</sup>. При смещении центра пучка вдоль оси счётчика на 30 см средняя амплитуда изменялась на 23%. При смещении пучка в направлении, перпендикулярном оси счётчика, средняя амплитуда изменялась не более чем на 2%.

Черенковские счётчики использовались для подавления фона пионов малой энергии. Черенковский счётчик  $\check{C}_1$  ( $\check{C}_2$ ) представляет собой контейнер из плексигласа с внутренними размерами  $440 \times 440 \times 44$  мм<sup>3</sup>, который заполняется дистиллированной водой (рис. 4). Объем контейнера  $\sim 8,5$  л. Полная толщина плексигласовых стенок по пучку частиц - 6 мм. Контейнер просматривается двумя фотоумножителями ФЭУ-30 через световоды. Световоды и боковые грани контейнера изготовлены из одного куска плексигласа. Для увеличения и улучшения равномерности светосбора радиатор и световоды покрывались алюминированной пленкой.

Для смещения спектра черенковского излучения в область чувствительности сурьмяно-цезиевого фотокатода в воде растворялась амино-Г - кислота в концентрации  $100$  мг /литр<sup>16/</sup>.

Сигналы с обоих фотоумножителей суммировались и передавались по одному кабелю. Напряжения и задержки между фотоумножителями подбирались таким же образом, как для боковых сцинтилляционных счётчиков.

На пучке электронов с импульсом  $184$  Мэв/с исследовались амплитудные распределения черенковских счётчиков, их эффективность и однородность по точке попадания. Амплитудное распределение для счётчика  $\check{C}_1$  показано на рис. 5. Распределение хорошо аппроксимируется распределением Пуассона с параметром  $k = 7$ . Ширина распределения на полувысоте  $\Delta = 0,97 A_{\text{вер}}$ . Эффективности обоих черенковских счётчиков при попадании электронов в центр радиатора  $\epsilon > 99,5\%$ . При смещении пучка на 15 см в любую сторону эффективность остается больше 99%. (Изменения амплитуд при этом достигают 15%).

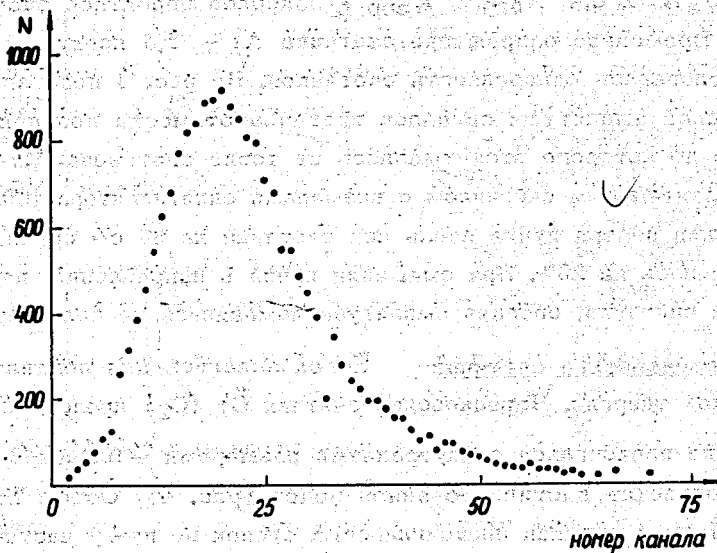


Рис. 5. Амплитудное распределение сигналов черенковского счётчика при регистрации электронов с энергией 184 Мэв.

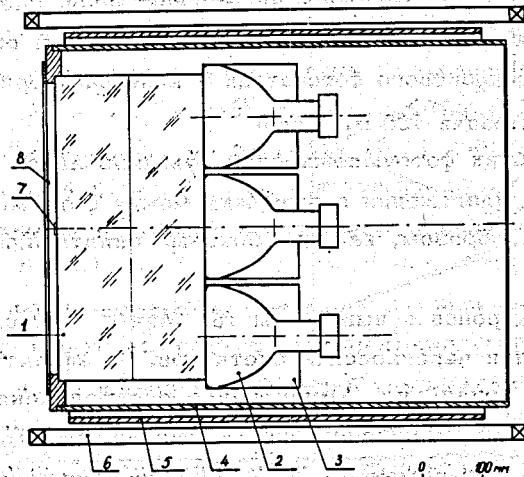


Рис. 6. Конструкция черенковского спектрометра полного поглощения: 1 - свинцовое стекло, 2 - ФЭУ-49, 3,4 и 5 - магнитные экраны, 6 - размагничивающие катушки, 7 - световой датчик, 8 - отражатель.



Было проведено измерение эффективности регистрации пионов с энергией  $T_{\pi} = 90$  Мэв. Регистрировались пионы, упруго рассеянные на водородной мишени на угол  $\sim 90^{\circ}$ . Для счетчиков  $\check{C}_1$  и  $\check{C}_2$  были получены значения эффективностей  $\epsilon_1 = 70,3\%$  и  $\epsilon_2 = 50\%$ , что не противоречит детальным измерениям, проведенным ранее для подобного счетчика в работе /8/.

Временное разрешение черенковских счетчиков  $\Delta t = 5,5$  нсек.

Черенковские спектрометры полного поглощения использовались для измерения энергии электронов и позитронов. Конструкция спектрометра показана на рис. 6. Радиатор спектрометра (1) состоит из двух блоков стекла ТФ-1, каждый из которых имеет площадь  $500 \times 500$  мм<sup>2</sup>. Суммарная толщина двух блоков составляет 242 мм. Между блоками имеется слой оптической замазки. Стекло имеет следующие характеристики:  $n_0 = 1,65$ ,  $\rho = 3,86$  г/см<sup>3</sup>,  $X_0 = 2,38$  см, полная толщина стекла соответствует 10,2 радиационных длин. Стекло покрыто отражающей алюминированной пленкой. Радиатор просматривается девятью фотоумножителями (2) типа ФЭУ-49 с диаметром фотокода 150 мм. Коэффициент перекрытия стекла равен 65%.

Магнитная защита умножителей состоит из трех экранов. На каждый фотоумножитель надет цилиндр из 4-х слоев отожженного пермаллоя (3) марки 50НХС 0,2x100. Кроме того корпус спектрометра состоит из двух стальных коробок (4,5) толщиной 5 и 7 мм, соответственно. Для устранения остаточного намагничивания экранов применяются две катушки (6). Размагничивание переменным током производится всякий раз, как только изменяется магнитное поле в зале. Применение такой магнитной защиты позволило уменьшить влияние внешнего магнитного поля (5 эрстед) на амплитуду сигнала спектрометра до 4,5% (без применения размагничивающих катушек эффект составлял 20%).

Делители к ФЭУ-49 подобраны таким образом, что длительность сигнала по основанию составляет 65 нсек, фронт - 20 нсек.

Выходы с анодов всех 9-ти фотоумножителей через отрезки кабеля длиной  $\sim 30$  см и резисторы 200 ом объединены в одной точке, так что сигналы со всех ФЭУ суммируются и подаются на электронику по одно-

му кабелю. Для того чтобы иметь возможность контролировать работу отдельных ФЭУ, к анодам каждого ФЭУ подключены нормально разомкнутые контакты реле. При включении питания реле аноды соответствующих ФЭУ заземляются, и на выходной кабель подаются сигналы только от тех ФЭУ, реле которых не запитано.

Напряжение питания фотоумножителей подбиралось так, чтобы выполнялись два условия: а) спектрометр должен быть однороден по площади; б) соотношение амплитуд ФЭУ должно соответствовать оптимуму по разрешению при попадании пучка электронов в центр спектрометра. После подбора напряжений к делителю каждого ФЭУ было припаяно соответствующее гасящее сопротивление, и питание всего спектрометра осуществлялось от одного источника питания типа ВС-28.

Приведем теперь результаты калибровки спектрометров на пучке электронов. На рис. 7 показана зависимость амплитуды сигналов спектрометра  $\check{C}_4$  от энергии электронов на выходе мезонного тракта. Эта зависимость хорошо соответствует прямой линии, которая пересекает ось ординат при энергии  $E_0 = 32$  Мэв. Смещение характеристики спектрометра обусловлено потерями энергии электронов в веществе счетчиков, стоящих перед спектрометром (всего -  $11 \text{ г/см}^2$ ; такое же количество вещества проходит электрон, рождающийся в водородной мишени от реакции (1)). Наблюдаемое смещение обусловлено не только ионизационными потерями ( $\sim 23$  Мэв), но и радиационными потерями электронов. На этом же рисунке приведена зависимость разрешения спектрометра (ширина распределения на полувысоте) от энергии электронов. Экспериментальные точки поправлены на разброс пучка по энергии  $\Delta E / E = 14\%$ . Зависимость разрешения от энергии аппроксимируется формулой

$$\Delta = \frac{380}{\sqrt{E - 32}}$$

где  $E$  выражено в Мэв, а  $\Delta$  - в процентах.

Были измерены также эффективности спектрометров к электронам малых энергий. Результаты для спектрометра  $\check{C}_4$  приведены на рис. 8. Показаны результаты, полученные при различных уровнях дискриминатора в цепи спектрометра  $\check{C}_4$ .

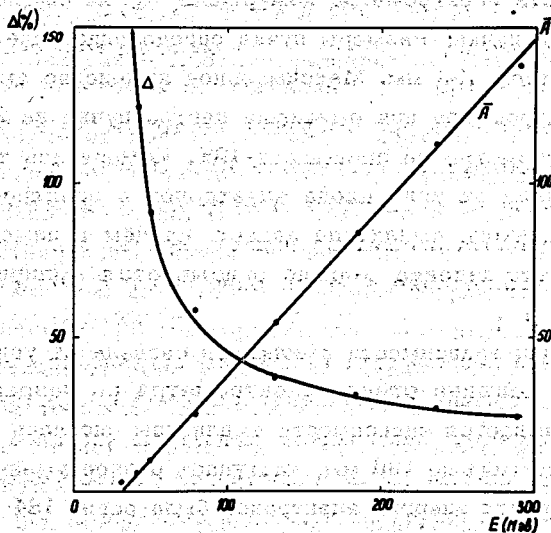


Рис. 7. Зависимость амплитуды сигналов спектрометра и его разрешения от энергии электронов на входе бокового телескопа.

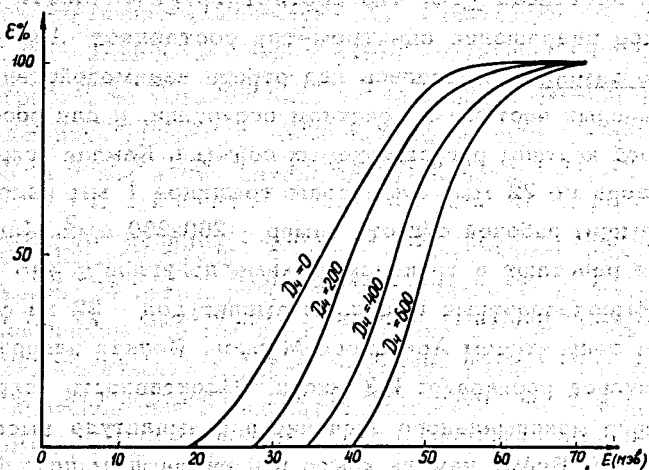


Рис. 8. Эффективность спектрометра к электронам малой энергии при различных уровнях дискриминации сигнала.

Однородность спектрометра измерялась путем смещения спектрометра относительно оси пучка. Размеры пучка определялись счётчиком со сцинтиллятором диаметром 100 мм. Максимальное изменение амплитуды выходного сигнала спектрометра при смещении центра пучка на 20 см относительно центра спектрометра не превышает 10%. Измерялась также зависимость амплитуды сигнала от угла входа электронов в спектрометр ( $\phi$ ). При увеличении угла входа амплитуда падает, причём в измеренном интервале углов  $\phi < 30^\circ$  это падение хорошо описывается эмпирической формулой  $A(\phi) = A(0) \cos \phi$ .

При изучении зависимости амплитуды сигнала от угла  $\phi$  было замечено, что пока толщина стекла спектрометра по направлению пучка  $L > 100$  мм, не наблюдается зависимости амплитуды сигналов от  $L$ . Как только  $L$  становится меньше 100 мм, наступает резкое уменьшение амплитуды. При этих измерениях энергия электронов была равна 184 Мэв.

Стабильность спектрометров контролировалась по средней амплитуде сигналов от  $\gamma$ -квантов от распада  $\pi^0$ -мезонов, образующихся при перезарядке  $\pi^-$ -мезонов в остановках. В течение 9 месяцев разброс средней амплитуды не превышал  $\pm 4\%$ , что соответствует точности измерений.

Временное разрешение спектрометра составляет  $\Delta t \sim 5,5$  нсек.

Искровые камеры применялись для отбора взаимодействий, содержащих две заряженные частицы в конечном состоянии, и для восстановления пространственной картины регистрируемых событий. Каждая искровая камера имеет два зазора по 22 мм. Электроды толщиной 1 мм изготовлены из алюминия. Размеры рабочей области камер -  $260 \times 260$  мм<sup>2</sup>. Камеры наполнены неоном и работают в трековом режиме до углов  $\sim 30^\circ$  с эффективностью 98%. Высоковольтные импульсы амплитудой 22 кв формируются двухкаскадным генератором Аркадьева-Маркса. Полная задержка высоковольтного импульса составляет 0,8 мксек. Эффективность искровых камер достигает своего максимального значения при амплитуде высоковольтных импульсов  $\sim 16$  кв. Время памяти камер при очищающем поле 40 в составляет 4 мксек. Величина разрядной емкости подобрана так, чтобы толщина треков была равна  $\sim 1,5$  мм. В этом случае искровые камеры позволяют восстанавливать направления треков с точностью  $\sim 0,5^\circ$ .

Горизонтальные и вертикальные проекции искровых камер при помощи системы зеркал фотографируются одним киноаппаратом. Расстояние от центра камер до объектива равно 1,25 м, коэффициент уменьшения изображения - 19,6.

Для восстановления пространственной картины по двум проекциям трека на пленке надо иметь систему отсчёта, положение которой относительно мишени точно известно. С этой целью с каждой фотографируемой стороны камер установлены реперные пластины, изготовленные из плексигласа толщиной 10 мм, на которые нанесены координатные сетки с расстоянием между линиями 20 мм. Применение реперных пластин позволяет также в значительной степени устранить влияние оптических искажений и усадки пленки на точность восстановления направления треков. Для того чтобы работать в прямоугольной системе координат, фотографирование искровых камер производилось через линзы из плексигласа с фокусным расстоянием  $f = 100$  см. Линзы установлены в непосредственной близости от реперных пластин. На рис. 9 приводится фотография треков в искровых камерах.

Для проверки точности установки реперных пластин обеих камер производилось фотографирование треков космических частиц. Запуск искровых камер осуществлялся совпадениями между боковыми телескопами  $T_2$  и  $T_3$ . Обработка 150 фотографий, на которых были треки в обеих искровых камерах, позволила определить линейные смещения камер друг относительно друга с точностью  $\pm 1,2$  мм и относительные развороты камер - с точностью  $\pm 0,25^\circ$ .

Жидководородная мишень состоит из вакуумного кожуха, бака для водорода объемом 24 литра, рабочей части (аппендикса) диаметром 120 мм и эффективной длиной 369 мм и радиационных экранов. Объем аппендикса - 4,202 литра. Количество водорода по пучку равно  $2,612 \text{ г/см}^2$  ( $1,573 \cdot 10^{24}$  протонов/см<sup>2</sup>). Аппендикс изготовлен из нержавеющей стали. Толщина цилиндра 0,4 мм, днищ - 0,3 мм. Вокруг аппендикса и бака имеются медные радиационные экраны (вокруг аппендикса - 1 экран толщиной 0,05 мм, вокруг бака - 2 экрана толщиной ~ 1 мм). Вакуумный кожух, окружающий аппендикс, имеет четыре окна из нержавеющей ста-

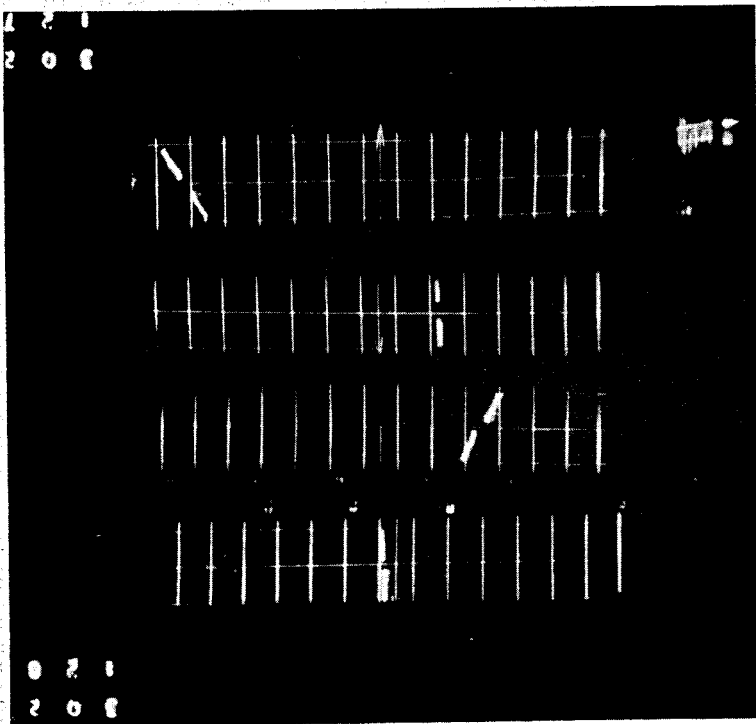


Рис. 9. Фотография события в искровых камерах.

ли. Размеры окон для пучка равны  $180 \times 200 \times 0,3 \text{ мм}^3$ , в направлении боковых телескопов -  $400 \times 260 \times 0,4 \text{ мм}^3$ .

Мишень имеет систему контроля уровня водорода, которая состоит из двух термопар, установленных в основании и верхней части водородного бака. Когда мишень заполнена водородом, разность потенциалов между термопарами равна нулю. По мере испарения водорода происходит нагрев верхней термопары и разность потенциалов возрастает, достигая своего максимального значения ( $\sim 200 \text{ мкВ}$ ) при понижении уровня водорода до нижней термопары. Имеются также термопары, которые измеряют разность температур между основанием и серединой водородного бака.

После заливки мишень сохраняет водород в аппендиксе в течение 130 часов.

Электроника На рис. 10 приводится упрощенная блок-схема электроники. Импульсы с детекторов через кабели типа РК-100-7 длиной 30 м поступают на линейные разветвители  $P_1 \div P_{10}$ , выполненные на резисторах. С разветвителей сигналы расходятся по трем направлениям: а) наработку мастер-импульса; б) на систему многомерного анализа; в) на пятилучевой осциллограф.

Сигналы со счётчиков  $C_1$ ,  $C_2$  и  $\bar{C}_3$  поступают на схему совпадений  $CC_1$  с разрешающим временем  $2\tau \approx 8 \text{ нсек}$ . Счёт на выходе  $CC_1$  служит монитором. Сигнал с выхода  $CC_1$  поступает на схему  $CC_2$ , на антисовпадательный вход которой подан на счётчик  $C_4$ . На совпадательные входы  $CC_2$  поданы также боковые сцинтилляционные счётчики  $C_5$  и  $C_6$ . Разрешающее время схемы  $CC_2 - 2\tau = 18 \text{ нсек}$ .

Сигналы с детекторов боковых телескопов через дискриминаторы поступают на схемы совпадений  $CC_3$  и  $CC_4$ . В цепях черенковских счётчиков и спектрометров стоят интегральные дискриминаторы  $D_1 \div D_4$  /7/. Сигналы от сцинтилляционных счётчиков  $C_5$  и  $C_6$  поступают на схемы совпадений через дискриминаторы верхнего уровня  $DD_1$  и  $DD_2$ .

Верхние уровни дискриминаторов устанавливались так, чтобы исключить сигналы с амплитудой большей, чем  $4 A_{\text{вер}}$ , где  $A_{\text{вер}}$  - наиболее вероятная амплитуда сигналов от одиночных электронов.

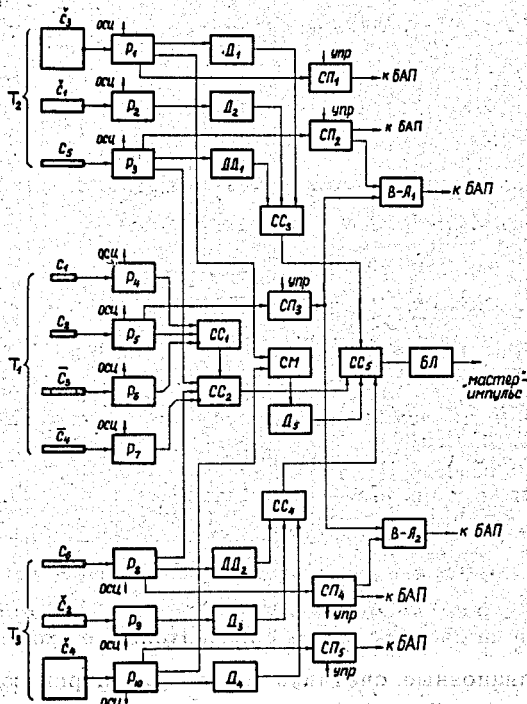


Рис. 10. Блок-схема электроники: P - разветвители, CC - схемы совпадений, D - интегральные дискриминаторы, DD - дискриминаторы верхнего уровня, СП - схемы пропускания, В-А - время-амплитудные конверторы, БЛ - блокировка, БАП - преобразователи амплитуда-серия.



Сигналы со схем  $CC_2$ ,  $CC_3$  и  $CC_4$  поступают на собирающую схему совпадений  $CC_5$ . Кроме того на схему  $CC_5$  поступает сигнал цепочки энерговыделения, которая состоит из сумматора на резисторах (СМ), где суммируются сигналы обоих спектрометров ( $С_3$  и  $С_4$ ), и дискриминатора  $D_5$ . Уровнем дискриминатора  $D_5$  задается порог по суммарному энерговыделению регистрируемых событий. Разрешающее время схем  $CC_3 \div CC_5$  /8/ равно 60 нсек.

Сигналы с собирающей схемы совпадений, проходящие через блокировку (БЛ) с временем запрета - 0,3 сек, являются мастер-импульсами. Они служат для запуска схем пропускания ( $СП_1 - СП_5$ ) /9/, стойки многомерного анализа, разверток пятилучевого осциллографа, генераторов искровых камер, цифровой индикации и киноаппаратов.

Кроме схем, отмеченных выше, используются, где это необходимо, линии задержки, разветвители, формирователи, усилители, ослабители, инверторы, смесители, пересчетные устройства и другие схемы. На всех детекторах имеются световые датчики, на которые подаются сигналы от генератора типа Г5-13 (на все одновременно). Амплитуда сигналов генератора контролируется импульсным вольтметром /10/. Световые датчики позволяют контролировать стабильность фотоумножителей и спектрометрических каналов, а также измерять просчеты регистрирующей системы, как это описано в /11/. Типичные просчеты системы выработки мастерного импульса (до схемы блокировки) порядка 5%.

Системы съема информации. Информация о событиях регистрируется по трем каналам: а) треки в искровых камерах фотографируются на киноплёнку; б) сигналы со всех счётчиков заведены на пятилучевой осциллограф, их изображения также фотографируются на киноплёнку; в) основная амплитудно-временная информация поступает на систему многомерного анализа /12/, работающую на линии с ЭВМ "Минск-22".

Ниже описываются основные черты системы съема амплитудно-временной информации. В этой системе измерялись амплитуды сигналов со спектрометров ( $С_3$  и  $С_4$ ) и боковых сцинтилляционных счётчиков ( $С_5$  и  $С_6$ ), а также временные интервалы между сигналами мониторингового счётчика ( $С_2$ ) и боковых сцинтилляционных счётчиков. Импульсы от этих детекторов поступают на линейные схемы пропускания  $СП_1 + СП_5$ .

В схемы пропускания были внесены изменения по сравнению с<sup>19/</sup> для того, чтобы одновременно получать на выходе "быстрый" (т.е. совпадающий по фазе с входным сигналом) и "медленный" (длительностью ~ 1 мксек) сигналы. Кроме того были увеличены pedestalы, что упрощает определение номера канала анализатора, соответствующего нулевой амплитуды сигнала.

"Быстрые" сигналы со схем СП<sub>2</sub>, СП<sub>3</sub> и СП<sub>4</sub> поступают на время-амплитудные конверторы В-А<sub>1</sub> и В-А<sub>2</sub>. Зарядное устройство конверторов аналогично описанному в работе<sup>13/</sup>.

"Медленные" сигналы со схем СП<sub>1</sub>, СП<sub>2</sub>, СП<sub>4</sub>, СП<sub>5</sub> и выходные сигналы с конверторов поступают на блоки амплитудного преобразования (БАП).

Шесть амплитудных преобразователей типа БАП-5 включены в систему многомерного анализа, которая одновременно регистрирует коды со всех амплитудных преобразователей и записывает их в память анализатора АИ-4096. Одновременно с кодами амплитудных преобразователей в память заносится номер события с пересчетного устройства цифровой индикации<sup>14/</sup>, показания которой фотографируются совместно с искровыми камерами и экраном осциллографа.

Память анализатора позволяет накапливать до 1024 событий, после чего информация автоматически передается в буферное накопительное устройство<sup>15/</sup> (основой которого также является анализатор АИ-4096), память анализатора очищается, и набор статистики продолжается.

Из буферного накопительного устройства информация передается на ЭВМ "Минск-22", где записывается на магнитную ленту и обрабатывается по программе контрольной обработки статистики. По окончании работы программы результаты автоматически передаются в память буферного накопительного устройства.

Результатами обработки по этой программе являются одномерные распределения регистрируемых параметров, а также средние значения и дисперсии этих распределений. Имеется возможность наблюдения распределений на осциллографе анализатора, что позволяет контролировать работу аппаратуры по внешнему виду спектров всех шести параметров. Дрейф средних значений параметров в течение эксперимента дает возможность судить о стабильности аппаратуры.

Кроме перечисленных систем съема информации для измерения средней амплитуды сигналов детекторов используется отдельный блок преобразования амплитуда-серия. С этой целью импульсы серий с преобразователя суммируются на пересчетном устройстве. Сумма отсчетов импульсов серии, деленная на число серий (число анализируемых сигналов), дает среднюю амплитуду сигналов, поступающих на вход преобразователя. Применение этой системы оказалось очень удобным при калибровках аппаратуры на пучке электронов и при калибровке по световым датчикам.

Авторы благодарны Б.М. Понтекорво за постоянный интерес и поддержку работы; В.С. Роганову за помощь в настройке мезонного канала; В.А. Смирнову и В.Б. Швецову за участие в монтаже установки; С.Г. Пластининой, В.Ф. Чуркиной и Н.А. Владимировой за помощь при обработке и оформлении результатов.

#### Литература

1. Ю.К. Акимов и др. ЯФ, 13, 748, 1971.
2. В.С. Роганов. Депонированная публикация ОИЯИ, Б1-9-4707, Дубна, 1969.
3. В.И. Данилов и др. Сообщение ОИЯИ, Р9-5208, Дубна, 1970.
4. В.Г. Горбенко и др. Препринт ОИЯИ, 13-3095, Дубна, 1966.
5. В.М. Куткин, В.И. Петрухин, В.М. Цупко-Ситников. Препринт ОИЯИ, 13-2677, Дубна, 1966.
6. А.В. Купцов, Л.Л. Неменов, Ю.М. Чиркин. ПТЭ, №4, 77, 1971.
7. И.Ф. Копаков. Препринт ОИЯИ, 2384, Дубна, 1965.
8. С.Г. Басиладзе. Препринт ОИЯИ, 2339, Дубна, 1965.
9. И.Ф. Колпаков. Препринт ОИЯИ, 2778, Дубна, 1966.
10. А.В. Купцов. Сообщение ОИЯИ, 13-5139, Дубна, 1970.
11. А.В. Купцов, Д.М. Хазинс. Препринт ОИЯИ, Р13-6018, Дубна, 1971.
12. А.Н. Синаев, А.А. Стахин, Н.А. Чистов. Сообщение ОИЯИ, 13-4835, Дубна, 1969.
13. Ю.Г. Будяшов, В.Г. Зинов. ПТЭ, №4, 102, 1968.
14. А.Н. Синаев, А.А. Стахин, Сообщение ОИЯИ, 13-4859, Дубна, 1969.
15. А.П. Кустов, А.Н. Синаев, Н.А. Чистов. Препринт ОИЯИ, 10-4170, Дубна, 1968.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 декабря 1971 года.