

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

A-329

1 - 8319

АДЫЛОВ  
Гайрат Тишабаевич

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ  
ПОСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ  
В ОПЫТЕ ПО  $\pi$  - e РАССЕЯНИЮ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

АДЫЛОВ  
Гайрат Тишабаевич

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ  
ПОСТАНОВКИ ЭКСПЕРИМЕНТА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ  
В ОПЫТЕ ПО  $\pi$  - e РАССЕЯНИЮ  
ПРИ ЭНЕРГИИ 50 ГЭВ

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий  
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук  
старший научный сотрудник Э.Н.Цыганов.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук  
старший научный сотрудник А.А.Кузнецов,

кандидат физико-математических наук  
старший научный сотрудник Л.С.Алгирей.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Институт физики высоких энергий (Серпухов).

Автореферат разослан " " 1974 г.

Защита диссертации состоится " " 1974 г.

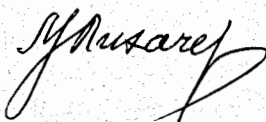
в " " часов на заседании Ученого совета

Лаборатории высоких энергий Объединенного института  
ядерных исследований, г.Дубна, Московской области.

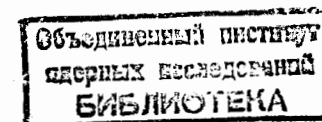
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических  
наук



М.Ф.Лихачёв



Предмет реферируемой работы связан с одним из фундаментальных вопросов физики микромира – с вопросом структуры элементарных частиц.

Идея о том, что элементарные частицы должны иметь определенное строение, не нова. И хотя об этом говорилось уже с момента открытия электрона, практические исследования в этом направлении начали проводиться только после запуска мощных ускорителей. Первыми экспериментальными работами в этом направлении были работы Хофштадтера по обнаружению и исследованию электромагнитной структуры нуклона.

Еще со времен Резерфорда метод рассеяния частиц силовым центром является основным методом исследования особенностей рассеивателя. Изучая электромагнитное взаимодействие между частицами и наблюдая отклонение законов взаимодействия от предсказаний квантовой электродинамики Максвелла – Дирака, можно получить сведения о структуре частицы, связанной сильным взаимодействием.

В последние годы появился огромный интерес к изучению формфактора  $\Pi$ -мезона ввиду его непосредственной связи с теорией векторной доминантности<sup>/1/</sup>. Сравнительно недавние эксперименты на встречных электрон-позитронных пучках в Новосибирске<sup>/2/</sup>, Орсе<sup>/3/</sup> и Фраскати<sup>/4/</sup> показали, что в районе  $\rho$ -мезонной массы сечение процесса  $e^- + e^+ \rightarrow \Pi^- + \Pi^+$  имеет резонансный характер и при  $s = m_\rho^2$  превышает сечение образования бесструктурных  $\Pi$ -мезонов в 35–40 раз. Однако поведение формфактора  $\Pi$ -мезона при больших  $s$  во времени-подобной области начинает заметно отличаться от предсказаний моде-

ли векторной доминантности. Эта модель встречается также с затруднениями при описании поведения формфактора нуклона. Поэтому измерение величины среднеквадратичного радиуса  $\Pi$ -мезона представляет большой интерес.

Наиболее достоверные данные о формфакторе  $\Pi$ -мезона в пространственноподобной области, на основании которых найдено значение его среднеквадратичного радиуса, получены при изучении реакции электро рождения в работе<sup>/5,6,7/</sup>. Интерпретация этих данных содержит определенную теоретическую неоднозначность, так как нужно уметь "выделить" исследуемый виртуальный  $\Pi$ -мезон из многих виртуальных состояний.

Непосредственное изучение рассеяния  $\Pi$ -мезонов на электронах сопряжено со значительными экспериментальными трудностями вследствие малости передаваемых импульсов в этой реакции<sup>/8,9/</sup>. Наиболее детальное исследование реакции  $\Pi$ -е рассеяния Кассела и др. (Брукхейвен, 1964 г) позволило лишь установить верхнюю границу радиуса  $\Pi$ -мезона:

$$\langle r^2 \rangle^{1/2} \leq 3,3 \text{ ф.}$$

Настоящая работа посвящена некоторым вопросам постановки эксперимента и обработки данных в опыте по  $\Pi$ -е рассеянию при энергии 50 ГэВ, который был выполнен группой физиков из Лаборатории высоких энергий ОИЯИ и Калифорнийского университета (г. Лос-Анджелес) в 1970-1971 гг на ускорителе ИФВЭ (Серпухов)<sup>/10-14/</sup>.

диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения.

Первая глава содержит краткий обзор экспериментальных работ по изучению формфактора  $\Pi$ -мезона в пространственно- и времениподобных областях передач импульса. Кроме данных, полученных на встречных пучках и в опытах по электро рождению, обсуждаются эксперименты

по изучению реакции обратного электро рождения<sup>/15/</sup>, а также попытки извлечь информацию о структуре  $\Pi$ -мезона из опытов по рассеянию  $\Pi^\pm$  на  $\text{He}_4$ <sup>/16/</sup>.

Вторая глава посвящена рассмотрению кинематических особенностей процесса  $\Pi$ -е рассеяния при энергии 50 ГэВ и анализу тех требований, которые предъявляются к экспериментальной установке в этом опыте для проведения прецизионных измерений. В этой главе приводится анализ возможного фона, имитирующего процесс  $\Pi$ -е рассеяния и приводящего к ложным запускам установки. Обсуждаются вопросы учета радиационных поправок<sup>/17/</sup>, вклад от которых в сечение  $\Pi$ -е рассеяния при высоких энергиях становится существенным.

В третьей главе описывается постановка эксперимента и приводятся характеристики использованной аппаратуры и оборудования. Особое внимание уделяется описанию сцинтилляционных счетчиков и черенковских счетчиков полного поглощения, а также быстрой и спектрометрической электроники, использованной в эксперименте.

Схема расположения экспериментальной установки на канале № 12 ИФВЭ показана на рис.1. Первичный пучок  $\Pi^-$ -мезонов с энергией 50 ГэВ падал на жидководородную мишень<sup>/18/</sup>. Направление первичной частицы, а также углы вылета вторичного  $\Pi$ -мезона и электрона регистрировались системой искровых и пропорциональных камер, расположенных до и после мишени. Импульсы двух вторичных частиц определялись по углу поворота их траекторий в поле анализирующего магнита. Траектории частиц после магнита детектировались с помощью третьего блока искровых камер. Для уменьшения количества вещества на пути частиц все промежутки между искровыми камерами были заполнены гелием. Спектрометр позволял определять углы рассеяния с точностью около  $\pm 0,15$  миллирадиана и импульсы вторичных частиц с точностью около  $\pm 0,4\%$ . Координатная и дру-

гая информация, общим объемом около 340 16-разрядных слов, после каждого запуска установки передавалась в ЭВМ типа HP 2116B, записывалась на магнитную ленту и анализировалась в реальном времени эксперимента<sup>/19/</sup>. Максимальное количество запусков установки за один цикл ускорителя ограничивалось возможностями ЭВМ и составляло 120.

Установка запускалась системой сцинтилляционных счетчиков и черенковских счетчиков полного поглощения<sup>/20/</sup>. Блок-схема системы запуска показана на рисунке 2. Первичный пучок мониторировался системой сцинтилляционных счетчиков  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $A_{\text{halo}}$ . Счетчики  $S_3$  и  $S_4$ , определяющие апертуру пучка, имели диаметр 60 мм, толщину 5 мм и были расположены в первом блоке искровых камер. Счетчик  $A_{\text{halo}}$ , включенный на антисовпадения, имел отверстие диаметром 80 мм и предназначался для обрезания крыльев пучка. Запуск установки осуществлялся при наличии совпадения сигналов мониторных счетчиков с сигналами счетчиков  $SE$  и  $SP$ , расположенных в конце установки и перекрывающих импульсные диапазоны вторичных частиц от 40 ГэВ/с до 25 ГэВ/с и от 25 ГэВ/с до 10 ГэВ/с соответственно. Счетчик  $A_5$  с отверстием диаметром 100 мм подавлял запуски от неупругих взаимодействий в водородной мишени, счетчик  $A_B$  - запуски от неупругих взаимодействий частиц первичного пучка с веществом в конце установки. Счетчики  $A_1$ - $A_4$ , окружавшие жидководородную мишень, а также счетчик  $A_\mu$ , регистрирующий  $\mu$ -мезоны, не участвовали в запуске установки, однако информация, поступающая с них, в каждом срабатывании регистрировалась, передавалась в ЭВМ и была использована в последующем анализе.

Амплитудная информация, поступающая с черенковских счетчиков полного поглощения, проходила быстрый пороговый анализ для выработ-

ки решения о запуске установки. Кроме того, в каждом срабатывании амплитуды сигналов анализировались с помощью соответствующей спектрометрической электроники, и затем эти данные передавались в ЭВМ. В дальнейшем эта информация использовалась для идентификации вторичных частиц. Блок-схема обработки амплитудной информации представлена на рис.3.

Запуск спектрометра происходил лишь в том случае, если в одном из двух черенковских спектрометров,  $ЧС_1$  и  $ЧС_2$ , перекрывающих диапазоны импульсов вторичных частиц от 40 ГэВ/с до 25 ГэВ/с и от 25 ГэВ/с до 15 ГэВ/с соответственно, имелся достаточно большой сигнал, свидетельствующий о попадании в счетчик электрона. Энергетические пороги были подобраны таким образом, чтобы обеспечить высокую ( $\sim 0,999$ ) эффективность регистрации электронов из событий  $\Pi$ -е рассеяния.

Сцинтилляторы счетчиков  $SE$  и  $SP$  просматривались каждый двумя фотоумножителями, информация с которых объединялась по схеме "или". Так как данные о срабатывании каждого ФЭУ при запуске установки передавались в ЭВМ, можно было обеспечить оперативный контроль за работой этих наиболее ответственных счетчиков, а при дальнейшей обработке оценить их эффективность. На рис.4 представлено распределение относительной частоты срабатывания фотоумножителей, полученное при "офф-лайн"-анализе. Видно, что даже при работе на один ФЭУ эффективность счетчиков превышала 0,997.

Контроль за работой черенковских счетчиков во время эксперимента выполнялся с помощью амплитудных спектров сигналов с этих счетчиков, получаемых в "он-лайн"-режиме. На рис.5 приведены такие спектры; на них видны характерные пики, вызванные электронами высоких энергий из событий  $\Pi$ -е рассеяния. Стабильное положение этих пиков свидетельствовало о надежной работе счетчиков. На спектрах виден

также эффект порогов, установленных на входных дискриминаторах быстрого амплитудного анализа. Это обстоятельство позволяло следить за стабильностью порогов во время проведения эксперимента. Энергетическое разрешение счетчиков характеризует спектр, приведенный на рис. 6, который получен с помощью электронов из отобранных в процессе "офф-лайн"-анализа событий  $\Pi$ -е рассеяния.

Коэффициент подавления системы выборочного запуска был равен  $0,8 \cdot 10^{-4}$ , и при интенсивности первичного пучка  $4 \cdot 10^5$  за один цикл ускорителя количество запусков установки составляло около 30. Программы "он-лайн"-анализа обеспечили удобные методы контроля работы использованных детекторов. Система надежно проработала на набор статистики в течение 500 часов, было зарегистрировано  $2,5 \cdot 10^6$  событий, из которых около 5% оказались полезными. Эффективность системы оказалась близкой к 100%.

Четвертая глава диссертации содержит описание программ поиска и геометрической реконструкции событий  $\Pi$ -е рассеяния, разработанных автором /21,22/.

В эксперименте нужно было знать эффективность спектрометра с хорошей точностью. Это возможно лишь в том случае, когда эффективность программы поиска и реконструкции событий является высокой. Первоначальные варианты программ имели недостаточно высокую эффективность нахождения тех событий, которые сопровождаются фоновыми пучковыми треками во втором блоке искровых камер (между жидководородной мишенью и магнитом). Это было связано с высокой пространственной плотностью пучка в этом месте, а также с малыми углами разлета вторичных частиц в исследуемой реакции (в среднем около 6 миллирадиан). Окончательный вариант

программы поиска в значительной степени был свободен от этих недостатков.

Интересно посмотреть, как зависят "выходы" реакции, т.е. число найденных событий в пересчете на один первичный  $\Pi$ -мезон, от интенсивности пучка для различных версий программы поиска событий. В случае высокой эффективности регистрации событий "выходы" должны быть одинаковыми для всего спектра экспериментальных условий.

Такие данные представлены на рис. 7. Рис. 7а иллюстрирует зависимость "выходов" от интенсивности для самого первого варианта программ, разработанного физиками ОИЯИ и UCLA и использованного для обработки всего статистического материала в UCLA. Данные характеризуются большим разбросом точек и сильной зависимостью эффективности программы от интенсивности первичного пучка. На рис. 7б представлены результаты, полученные с помощью окончательного варианта программ, разработанных автором. Видно, что эффективность окончательного варианта программ, разработанной автором, является существенно более высокой, чем эффективность первоначального варианта программ, использованного в UCLA. Это обстоятельство было весьма существенным в эксперименте при получении физических выводов.

Специальные исследования /23,24/, выполненные для определения эффективности спектрометра, показали, что эффективность окончательного варианта программ при обработке всего статистического материала колебалась от 90% до 98% и составляла в среднем около 94%.

Пятая глава диссертации посвящена вопросам кинематического выделения событий  $\Pi$ -е рассеяния, описывает процедуру идентификации вторичных частиц, а также вычисления поправок, необходимых

для получения дифференциального сечения  $\Pi$ -е рассеяния. В ней приводятся величины формфакторов  $\Pi$ -мезона в области  $0,014 \text{ (ГэВ/с)}^2 \leq q^2 \leq 0,035 \text{ (ГэВ/с)}^2$ , полученные в эксперименте.

При отборе событий требовалось выполнение следующих кинематических условий:

1) Сумма импульсов двух вторичных частиц  $P_{tot}$  должна совпадать с импульсом первичного пучка в пределах  $\pm 2 \text{ ГэВ/с}$ .

2) Сумма поперечных импульсов двух вторичных частиц  $P_{\perp}$  не должна превышать  $55 \text{ МэВ/с}$ .

3) Величина некомпланарности, определяемая как квадрат косинуса угла между первичной частицей и вектором, перпендикулярным плоскости двух вторичных частиц, не должна превышать  $0,6 \cdot 10^{-6}$ .

4) Величина

$D = (\theta_e \text{ кинем} - \theta_e \text{ экспер})^2 + (\theta_{\Pi} \text{ кинем} - \theta_{\Pi} \text{ экспер})^2$   
не должна превышать  $1,0 \cdot 10^{-6}$ .

Хорошее угловое и энергетическое разрешение спектрометра позволило использовать при отборе событий весьма слабые кинематические критерии. Границы обрезаний отстояли от соответствующих кинематических величин не менее чем на пять стандартных отклонений. Потери упругих событий, связанные с разрешением установки, составляли менее 1%.

Процедура идентификации электрона использовала информацию с черенковских счетчиков полного поглощения, а также кинематику процесса.

Данные о квадрате формфактора  $\Pi$ -мезона в зависимости от переданного импульса  $q^{2/25}$  были получены делением экспериментальных дифференциальных сечений с учетом всех поправок на теорети-

чески ожидаемые сечения для точечного  $\Pi$ -мезона

$$F_{\Pi}^2(q^2) = \left( \frac{d\sigma}{dE} \right)_{\text{exp}} / \left( \frac{d\sigma}{dE} \right)_{\text{mott}}$$

При этом теоретические сечения были скорректированы на реальные экспериментальные условия, такие, как импульсный спектр первичного пучка, потери энергии электроном на излучение в веществе мишени и спектрометра и др.

Данные фитировались выражением

$$|F_{\Pi}|^2 = \frac{N}{(1 + Aq^2)^2},$$

и среднеквадратичный радиус  $\Pi$ -мезона извлекался из соотношения

$$\langle r_{\Pi}^2 \rangle = -6 \frac{dF_{\Pi}}{dq^2} \quad (q^2 = 0).$$

Получено значение

$$\langle r_{\Pi}^2 \rangle^{1/2} = (0,78 \pm 0,10) \text{ ф.}$$

Приведенные ошибки практически полностью определяются систематическими погрешностями, статистическая ошибка соответствует всего лишь  $\pm 0,02 \text{ ф.}$

Сравнение полученных данных с предсказаниями модели векторной доминантности дает

$$\langle r_{\Pi}^2 \rangle / \langle r_{\text{вдм}}^2 \rangle = 1,54 \pm 0,38.$$

Можно сопоставить результат эксперимента с величиной среднеквадратичного электрического радиуса протона

$$\langle r_{\Pi}^2 \rangle / \langle r_p^2 \rangle = 0,93 \pm 0,23.$$

Наши результаты не позволяют сделать однозначного выбора между двумя этими возможностями.

Основные результаты, полученные диссертантом, можно кратко сформулировать следующим образом:

I. Создана и налажена система сцинтилляционных счетчиков и черенковских счетчиков полного поглощения, предназначенная для

запуска искрового спектрометра в эксперименте по  $\Pi$ -е рассеянию при энергии 50 ГэВ. Собрана и налажена система электроники, обеспечившая логическую и спектрометрическую обработку сигналов, поступающих со счетчиков. Система запуска обеспечила коэффициент отбора около  $0,8 \cdot 10^{-4}$ , что позволило использовать высокую интенсивность первичного пучка. Неэффективности сцинтилляционных счетчиков и черенковских счетчиков полного поглощения были пренебрежимо малы ( $< 0,1\%$ ). Система надежно проработала в эксперименте во время набора статистики в течение около 500 часов. С ее помощью было произведено около  $2,5 \cdot 10^6$  запусков спектрометра.

2. Разработана система программ поиска и геометрической реконструкции событий для обработки первичной экспериментальной информации, записанной на магнитных лентах. Эти программы обеспечили высокую эффективность регистрации событий упругого  $\Pi$ -е рассеяния (в среднем около 94%). Программы, разработанные автором, оказались существенно более эффективными, чем аналогичные программы, использованные физиками Калифорнийского университета (г. Лос-Анджелес) для обработки данных этого совместного эксперимента.

3. Разработаны программы кинематического выделения событий упругого  $\Pi$ -е рассеяния и идентификации вторичных частиц. Высокое пространственное и энергетическое разрешение спектрометра позволило применить весьма слабые кинематические обрезания, так что соответствующие потери событий не превышали 1%. Примесь фоновых событий была менее 0,5%.

4. По программам поиска событий и их кинематического выделения, разработанным диссертантом, был обработан весь статистический материал, полученный в эксперименте. Часть этого анализа

была осуществлена в Калифорнийском университете (г. Лос-Анджелес) на ЭВМ типа IBM 360/44, для чего разработанные программы были соответствующим образом адаптированы автором. Большая часть об-счета была выполнена диссертантом на ЭВМ ОИЯИ (СДС 1604А, БЭСМ-6, СДС 6200). Всего было выделено свыше 40 000 событий упругого  $\Pi$ -е рассеяния.

5. Анализ полученных экспериментальных данных позволил вычислить значения формфакторов  $\Pi^-$ -мезона в диапазоне квадратов переданных импульсов от  $0,014$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> до  $0,035$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> и получить величину среднеквадратичного электромагнитного радиуса  $\Pi$ -мезона, которая оказалась равной

$$\langle r_{\Pi}^2 \rangle^{1/2} = (0,78 \pm 0,10) \text{ ф.}$$

Данные довольно хорошо согласуются с общей картиной экспериментальных результатов по поведению формфактора  $\Pi$ -мезона, имеющихся к настоящему времени.

Основные результаты диссертации докладывались на ХУП Международной конференции по физике высоких энергий (г. Лондон, 1974), а также опубликованы в работах /12, 14, 20, 21, 22, 25/.



Литература

1. G.Gounaris and J.J.Sakurai. Phys.Rev.Lett., 21 (1968), 244.
2. В.Аусландер и др. ЯФ, 9, II4, 1969;  
V.E.Balakin et.al. Phys.Lett., 34B (1971), 328.
3. J.E.Augustin et.al. Lett,Nuovo Cimento,2 (1969), 214;  
D.Benaksas et.al. Phys.Lett., 39 (1972), 289.
4. V.Alles-Borelli et.al. Nuovo Cimento,7A (1972), 345.  
M.Bernardini et.al. Phys.Lett., 44B (1973), 393.
5. C.Mistretta et.al. Phys.Rev., 184 (1969), 1487.
6. C.W.Akerlof et.al. Phys.Rev., 163 (1967), 1482.
7. C.N.Brown et.al. Phys.Rev., D9 (1974), 1229.
8. J.Allen et.al. Nuovo Cimento, 32 (1964), 1144.
9. В.Г.Гришин и др. ЯФ, 2, 886.1965.
10. D.Yu .Bardin et.al. JINR, E1-4786, Dubna, 1969.
11. G.T.Adylov et.al. JINR, E13-6658, Dubna, 1972.
12. G.T.Adylov et.al. JINR, E1-6976, Dubna, 1973.
13. Z.Guzik et.al. JINR, E1-5818, Dubna, 1971.
14. G.T.Adylov et.al. JINR, E13-6749, Dubna, 1972.
15. С.Д.Березнев и др. ЯФ, 17, 85, 1973.
16. K.M.Crowe et.al. Phys.Rev., 180 (1968), 1349;  
R.A.Christensen. Phys.Rev., D1 (1970), 1469;  
F.Nichitiu and Yu.A.Shcherbakov. JINR, E2-6982, Dubna (1973).
17. P.Yu.Bardin et al. JINR, E2-6935, Dubna, 1972.
18. Ю.Т.Борзунов и др. ОИЯИ, 8-5418, Дубна, 1970.
19. G.T.Adylov et al. JINR, E1-6907, Dubna, 1973;  
G.T.Adylov et al. JINR, E1-6908, Dubna, 1973.

20. Г.Т.Адылов и др. Материалы Второй Республиканской конференции молодых физиков, издательство "Фан", май 1974, г.Ташкент, стр. 232.
21. Г.Т.Адылов и др. ОИЯИ, I-8011, Дубна, 1974.
22. Г.Т.Адылов и др. ОИЯИ, I-8012, Дубна, 1974.
23. Г.Т.Адылов и др. ОИЯИ, I-8105, Дубна, 1974.
24. Г.Т.Адылов и др. ОИЯИ, I-8123, Дубна, 1974.
25. G.T.Adylov et.al. JINR, E1-8047, Dubna, 1974;  
G. Adylov et al. Phys. Lett., 51B, 4, 402 (1974).

Рукопись поступила в издательский отдел

14 октября 1974 г.

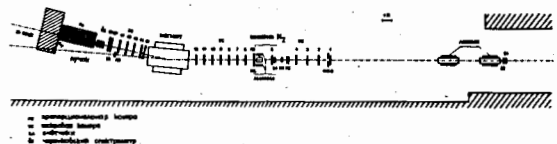


Рис.1. Схема экспериментальной установки.

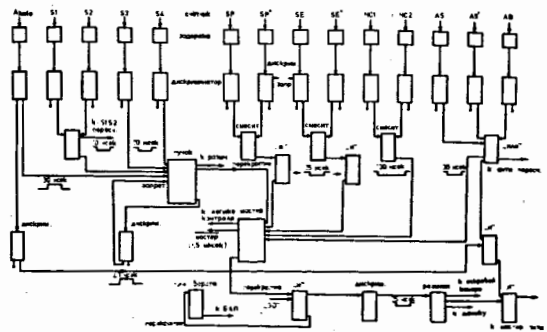


Рис.2. Блок-схема быстрой электроники.

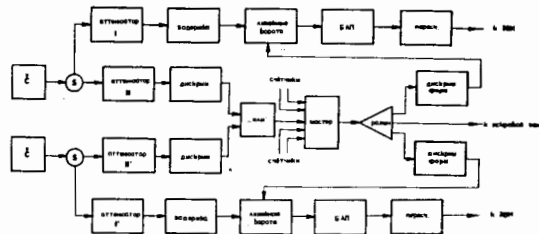


Рис.3. Блок-схема обработки амплитудной информации с черенковских счетчиков полного поглощения.

```

VARIABLE 20 WITH HISTORAMA 10
CUT 1 VARIABLE 1 FROM 4.80000E-01 TO 5.20000E-01
CUT 2 VARIABLE 2 FROM 5.50000E-02 TO 5.50000E-02
CUT 3 VARIABLE 4 FROM 0.00000E-07 TO 0.00000E-07
CUT 4 VARIABLE 7 FROM 1.50000E-03 TO 1.20000E-02
CUT 5 VARIABLE 12 FROM 6.17000E-07 TO 0.07000E-01
CUT 6 VARIABLE 23 FROM 1.05000E-01 TO 2.00000E-01
CUT 7 VARIABLE 24 FROM 0.70000E-02 TO 0.00000E-02
CUT 8 VARIABLE 45 FROM 0.70000E-02 TO 5.00000E-03
CUT 9 VARIABLE 47 FROM 0.70000E-02 TO 5.00000E-03
CUT 10 VARIABLE 50 FROM 0.70000E-02 TO 5.00000E-03

TOTAL NUMBER OF EVENTS 279264
NUMBER BELOW LOWER LIMIT 10915179264
1.000E 01 1105151 1 .....
1.000E 00 1105152 2 .....
1.000E 00 1105153 3 .....
1.000E 00 1105154 4 .....
1.000E 00 1105155 5 .....
1.000E 00 1105156 6 .....
1.000E 00 1105157 7 .....
1.000E 00 1105158 8 .....
1.000E 01 437 10 ***
1.000E 01 47 11
1.000E 01 47 12 **
1.000E 01 390 13 ***
1.000E 01 5 14
1.000E 01 187 15 **
1.000E 01 360 16 **
1.000E 01 100 17 **
1.000E 01 0 18
1.000E 01 360 19 ***
2.000E 01 360 20 **
2.000E 01 0 21
2.000E 01 0 22
2.000E 01 0 23
2.000E 01 0 24
2.000E 01 0 25
2.000E 01 0 26
2.000E 01 0 27
2.000E 01 0 28
2.000E 01 0 29
2.000E 01 0 30
2.000E 01 0 31
2.000E 01 0 32
NUMBER ABOVE UPPER LIMIT 0
  
```

Рис.4. Относительная частота срабатываний фотоумножителей установки.

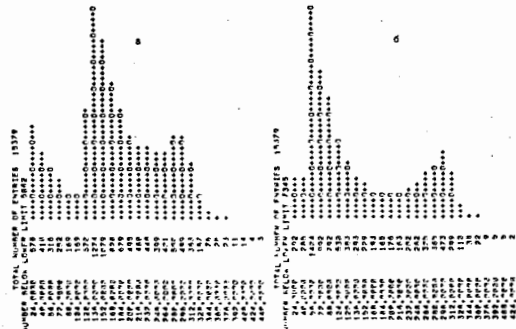


Рис.5. Амплитудные спектры сигналов с черенковских счетчиков полного поглощения, полученные в "он-лайн"-режиме;

- а) счетчик ЧС1,
- б) счетчик ЧС2.

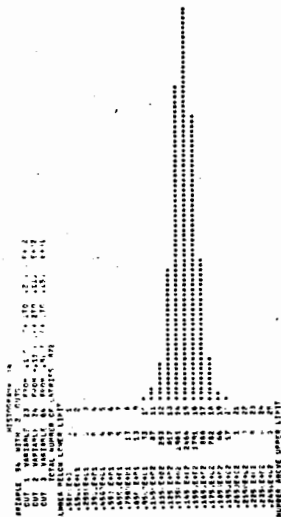


Рис.6. Спектр амплитуд сигналов с черенковского счетчика полного поглощения, полученный для электронов из событий П-е рассеяния. Амплитуды нормированы на импульсы частиц, измеренные с помощью магнитного спектрометра.

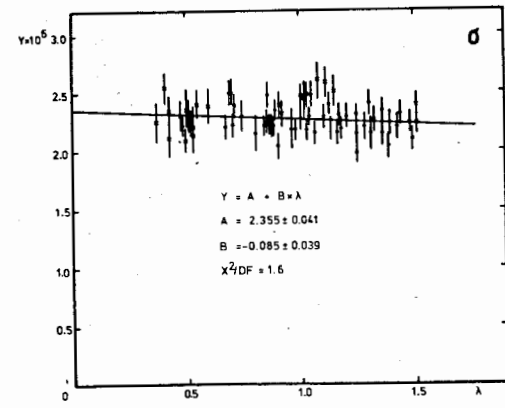
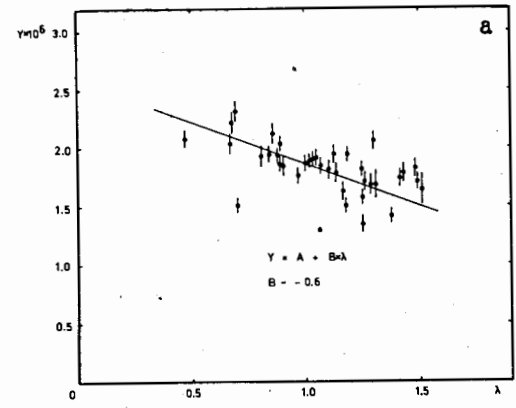


Рис.7. Выходы исследуемой реакции, т.е. число найденных событий П-е рассеяния в пересчете на один первичный П-мезон, в зависимости от среднего числа фоновых пучковых треков, прошедших через спектрометр за время памяти искровых камер;

- а) результаты работы программы поиска событий, использованной в UCLA ,
- б) результаты работы программы , разработанной автором.