

Л.В. Сильвестров

2884

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКРОВЫХ КАМЕР
СОВМЕСТНО С ДРУГИМИ ДЕТЕКТОРАМИ ЧАСТИЦ
И ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕЗАРЯДКИ π^- -МЕЗОНОВ
НА ПРОТОНАХ ПРИ ЭНЕРГИЯХ 4-7 ГЭВ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Научные руководители -
доктор физико-математических наук

М.И. Подгорецкий,

кандидат физико-математических наук

М.Н. Хачатурян

Л.В. Сильвестров

2884

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКРОВЫХ КАМЕР
СОВМЕСТНО С ДРУГИМИ ДЕТЕКТОРАМИ ЧАСТИЦ
И ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕЗАРЯДКИ π^- -МЕЗОНОВ
НА ПРОТОНАХ ПРИ ЭНЕРГИЯХ 4-7 ГЭВ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Научные руководители -
доктор физико-математических наук

М.И. Подгорецкий,

кандидат физико-математических наук

М.Н. Хачатурян

Дубна 1988

Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ

В настоящее время искровая камера стала одним из наиболее распространенных приборов в физике высоких энергий. Ее достоинствами являются: быстрота срабатывания, малое время памяти, хорошая точность локализации треков частиц, простота изготовления. Однако область применения искровых камер ограничивается в основном измерением геометрических характеристик событий и в случае применения магнитного поля — энергетических характеристик. В тех случаях, когда требуется знать другие свойства регистрируемых событий, например, ионизацию или вторичные взаимодействия, приходится применять другие детекторы частиц — пузырьковые камеры, ядерные фотозмульсии, черенковские счетчики и т.д. Весьма интересно рассмотреть вопрос о совместном применении искровых камер с другими детекторами частиц. Такие системы будут совмещать достоинства обоих детекторов и позволят изучать гораздо более широкий класс явлений, чем это доступно порознь каждому из детекторов.

Реферлируемая диссертация посвящена вопросам разработки и исследования искровых камер, совместного применения искровых камер с эмульсионными камерами и черенковскими счетчиками полного поглощения и описанию некоторых экспериментов, проведенных на синхрофазотроне Объединенного института ядерных исследований, в частности, измерению полного сечения перезарядки π^- -мезонов на протонах при энергиях 4,0 и 7 Гэв и дифференциального сечения перезарядки при энергии $\approx 4,8$ Гэв.

Разработка и исследование искровых камер с величиной междуэлектродного промежутка 1-4 мм

Исследования, имеющие целью выяснить возможность создания управляемого искрового трекового детектора частиц, были начаты автором в 1957 году. Эти исследования являлись частью темы по разработке "управляемой" эмульсионной камеры, то есть установки, состоящей из эмульсионной камеры, какого-либо трекового прибора, указывающего место входа частицы в эмульсию, и электронной аппаратуры, управляющей этим прибором. В качестве такого трекового прибора было решено использовать искровой

счетчик, известный по ряду работ, где он применялся как временной детектор частиц с весьма малым временем срабатывания^{x/}. Сведений об использовании искрового счетчика как тревожного прибора к началу описываемых работ в литературе не было.

Вопросы, связанные с разработкой управляемых искровых счетчиков и искровых камер, излагаются в первой главе диссертации.

На первом этапе работы исследовались характеристики плоско-параллельного искрового счетчика, наполненного смесью аргона и паров этилового эфира и питаемого постоянным напряжением^{1/1/}. После выбора оптимального режима работы счетчика были проведены испытания счетчика в импульсном управляемом режиме питания. Кривая, показывающая зависимость эффективности счета от постоянной составляющей напряжения питания, имела два максимума: один, когда постоянное напряжение было равно нулю, и второй, когда постоянное напряжение было близко к порогу статического пробоя. Первый режим работы был затем подробно изучен с помощью телескопа из трех искровых счетчиков. Поскольку основное внимание обращалось на точность локализации треков (и, в частности, на получение тонких искр), для исследования были выбраны счетчики с небольшими междуэлектродными промежутками. По установившейся позднее терминологии будем называть управляемый искровой счетчик "искровой камерой".

Установка облучалась π^- -мезонами больших энергий на синхрофазотроне ОИЯИ. Исследовались временные и пространственные характеристики искровой камеры при разной величине зазора между электродами (2-4 мм) и разных наполнениях (сухой воздух, воздух+аргон, аргон+органические добавки). При всех наполнениях эффективность одного промежутка составляла 93-95%. Кривые, показывающие зависимость эффективности от величины высокого напряжения, имели плато в 2-3 кв. Время памяти искровой камеры при наполнении ее аргоном с органическими добавками (эфир, спирт, ацетон) практически равняется времени задержки высоковольтного импульса (в нашем случае 0,8 мксек). При наполнении камеры воздухом и смесью воздуха с аргоном время памяти составляет несколько десятков микросекунд. Нужно отметить, что при наполнении камеры аргон-спиртовой смесью минимальное время памяти достигается при электрических полях, в 4-5 раз меньших, чем при наполнении искровых камер чистыми инертными газами (неон, аргон)^{3/} (рис. 1).

На рис. 2 приведена зависимость эффективности искрового промежутка от задержки высоковольтного импульса при различных наполнениях (очищающее поле отсутствует). Обращает на себя внимание ход кривой (3) (наполнение 95,4% аргона + 4,6% ацетона). Время памяти в этом случае составляет около 1 мксек^{xx/}. Так как пары ацетона обладают электроотрицательными свойствами, эта величина есть по-видимому, среднее время жизни

^{x/} Предложение об использовании искровых счетчиков совместно с фотоэмульсионными слоями было также независимо сделано авторами^{2/}.

^{xx/} Впервые эти кривые были представлены в нашем докладе на конференции по физике высоких энергий в Женеве (1962 г.)^{4/}.

электронов в свободном состоянии до их захвата молекулами ацетона. Эффект уменьшения времени памяти искровой камеры в присутствии электроотрицательных добавок был позднее описан также для случая добавления к газу камеры паров пода^{/5/} и четыреххлористого углерода^{/8/}. В настоящее время этот эффект широко используется для уменьшения времени памяти искровых камер с большими промежутками, когда обычный метод очищения промежутка от электронов с помощью постоянного напряжения оказывается мало эффективным^{/7/}.

Одновременно со снятием счетных характеристик искровой камеры производилось фотографирование искр в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Определился разброс искр относительно истинного трека частицы для наполнений: аргон + спирт, аргон + ацетон, сухой воздух. В пересчете на один промежуток среднеквадратичные отклонения искр для этих наполнений оказались равны соответственно 0,22 мм; 0,18 мм и 0,16 мм. Эти величины близки к соответствующим данным, полученным для искровых камер, наполненных неонем или аргоном^{/3/}, и для камер, наполненных смесью: воздух + аргон + насыщенные пары пиридина^{/8/}.

Кривые, показывающие зависимость эффективности искровых камер и счетчиков от различных параметров - величины высокого напряжения, величины очищающего напряжения, времени задержки высоковольтного импульса - позволяют определить значения некоторых постоянных, характеризующих процессы в ионизованном газе. Оценки этих постоянных (коэффициента ионизации α , скорости дрейфа электронов и ионов v , сечения захвата электронов молекулами ацетона) для применявшихся газовых смесей и их сравнение с известными данными приводятся в последней части главы 1.

Применение искровых камер совместно с эмульсионными камерами

Вопросы разработки, наладки и применения в экспериментах системы, состоящей из искровой камеры и эмульсионной камеры, рассматриваются в первой половине главы II. Как уже упоминалось выше, такая система позволяет находить место входа заряженной частицы в эмульсию по "целеуказанию" искровой камеры. Управлять запуском искровой камеры можно от электронной аппаратуры, выделяющей в пучке частицы или события заданного типа. В первом случае целеуказание позволяет идентифицировать частицы релятивистских энергий, которые обычными эмульсионными методами не идентифицируются. Во втором случае целеуказание во много раз сокращает объем просматриваемой эмульсии при поиске нужной реакции, что приобретает принципиальное значение при исследовании редких процессов.

Установка, названная "системой целеуказания для эмульсионной камеры" (СПУ), состоит из искровой камеры, фоторегистратора, осуществляющего фотографирование искр

в двух проекциях, и механизма поворота эмульсионной камеры (поворотного стола). С помощью поворотного стола осуществляются в процессе облучения повороты эмульсионной камеры вокруг вертикальной оси на определенный угол. Этот прием позволяет увеличить полную загрузку камеры следами частиц, не увеличивая числа фоновых следов в районе целеуказания.

В первом параграфе главы приводится порядок расчета координат входа частицы в эмульсию. При расчете учитывается повороты эмульсионной камеры в процессе облучения. В итоге расчета выдаются координаты следа относительно координатной сетки эмульсии, а также плоский угол и угол погружения следа.

Точность, с которой рассчитывается место входа частицы в эмульсию, зависит от нескольких причин: от разброса искр в искровых промежутках, от искажений, вносимых оптической системой фоторегистратора, от точности привязки координат фоторегистратора к координатам эмульсии. Результаты проверки оптических искажений и определение параметров установки, входящих в расчетные формулы, приведены в следующем разделе главы. Описана, в частности, методика "привязочных нитей", которая позволяет скорректировать привязку координат для каждой из облучаемых эмульсионных камер.

Для разработки методики поиска следов в эмульсии и для определения точности целеуказания установка облучалась космическими частицами. Просмотр эмульсии показал, что координаты найденных следов отличаются от их расчетных значений в среднем на величину $\pm 0,4$ мм; для углов это отклонение равно $\pm 0,5^\circ$.

Установка СИУ применялась также на ускорителе для выделения в эмульсии следов π^+ -мезонов среди следов сопровождающих частиц. Облучение проводилось в смешанном пучке положительных частиц, состоявшем из протонов, π^+ -мезонов и K^+ -мезонов. В процессе облучения проводились повороты эмульсионной камеры на угол в 5° (полный угол поворота эмульсионной камеры составил 150°). В результате просмотра эмульсии было найдено 84% от числа рассчитанных следов. Распределение отклонений координат и углов следов от их расчетных значений, полученное при облучении эмульсии в космических лучах и на ускорителе, приведено на рис. 3. Приведенные здесь же распределения разброса искр в искровых промежутках для тех же случаев позволяют заключить, что в основном неточность целеуказания обусловлена разбросом искр относительно истинного трека частицы ^{/8/}.

Сравнение полученных результатов с имеющимися в литературе данными, показывает, что установка СИУ обладает лучшими параметрами среди других устройств подобного типа ^{/10,11/}.

В заключительной части параграфа обсуждаются перспективы применения этого метода. Интересными возможностями, в частности, являются применение установки для поисков двойных гиперфрагментов и в экспериментах по поиску кварков.

Применение искровых камер совместно с черенковскими счетчиками полного поглощения

Черенковский счетчик полного поглощения является весьма эффективным прибором для регистрации и измерения энергии γ -квантов и электронов. Возможности этого прибора существенно расширяются, если применять его совместно с искровой камерой. Такая система позволяет измерять не только энергетические, но и угловые характеристики электронов и γ -квантов, что является необходимым при решении целого ряда задач физики высоких энергий. Вопросам наладки и испытания таких систем посвящен второй раздел главы II.

Эксперименты проводились на установке, которая состояла из черенковского счетчика с радиатором из свинцового стекла размером $180 \times 180 \times 300 \text{ мм}^3$, искровых камер с фольговыми электродами и соответствующей электронной аппаратуры. Запуск искровых камер производился по сигналу черенковского счетчика. Наличие дискриминатора в цепи управления позволило настраивать систему на регистрацию событий, энергия которых была выше некоторого порога.

Установка облучалась в пучке π^- -мезонов с импульсом 4,8 Гэв/с. Регистрировались γ -кванты от распадов π^0 -мезонов, рождающихся в полиэтиленовой мишени. Для проверки энергетического разрешения системы производилась ее калибровка электронами, присутствующими в качестве примеси в пучке π^- -мезонов. Калибровка показала, что энергетическое разрешение черенковского счетчика составляет $\pm 5\%$ и не меняется существенно, когда перед искровой камерой помещается свинцовый конвертор толщиной в 1-2 радиационные единицы.

При просмотре на репроекторе фотографий искровой камеры было установлено, что при таком конверторе большая часть γ -квантов конвертирует на узкие электрон-позитронные пары, компоненты которых расходятся настолько мало, что пара выглядит как одиночный трек. Это обстоятельство позволяет измерять углы вылета γ -квантов из мишени с точностью в среднем $\pm 0,4^\circ$. Отличительной чертой установки при настройке ее на регистрацию γ -квантов больших энергий была также высокая степень подавления фоновых запусков при прохождении заряженных частиц (число таких запусков составляло 4×10^{-5} от числа падающих π^- -мезонов $^{12/}$).

Сравнивая приведенные характеристики установки (эффективность регистрации γ -квантов, энергетическое и угловое разрешение) с характеристиками других приборов, предназначенных для детектирования γ -квантов больших энергий (пузырьковых камер, "ливневых" искровых камер и др.) можно заключить, что описанная система является одним из наиболее совершенных приборов в этой области.

Измерение полного и дифференциального сечения обменного рассеяния π^- -мезонов на протонах с помощью черенковского счетчика полного поглощения и искровых камер

Описание экспериментов по измерению полного и дифференциального сечения обменного рассеяния (перезарядки) π^- -мезонов на протонах



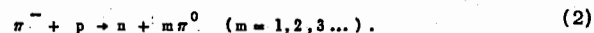
при импульсе π^- -мезонов 4,1 и 4,8 Гэв/с содержится в главе III диссертации. Кроме самостоятельного интереса, результаты этих экспериментов дают возможность независимой проверки данных, полученных другими методиками. Заметим здесь, что практически все известные сейчас работы по перезарядке были сделаны одной и той же методикой с применением толстослойных ("ливневых") искровых камер^{/13,14/}. Эта методика не исключает в принципе некоторой выборки событий при измерении рассеяния π^0 -мезонов на малые углы.

Для измерения полного сечения реакции (1) при импульсе π^- -мезонов 4,1 Гэв/с применялся черенковский счетчик полного поглощения, описанный выше. Система сцинтилляционных счетчиков служила для мониторинга пучка и выделения событий с γ -квантами. Измерения производились разностным методом на мишенях из полиэтилена и углерода. В эксперименте измерялся энергетический спектр случаев, вызванных попаданием в черенковский счетчик γ -квантов из реакций типа: $\pi^- + p \rightarrow n + m\pi^0$. В спектре наблюдался характерный максимум от γ -квантов из реакции^{/1/}. После введения поправок на геометрию эксперимента, фон неупругих событий и вероятность запуска установки при прохождении γ -кванта была получена величина полного сечения реакции (1)

$$\sigma_{\text{ex}} = (0,12 \pm 0,02) \text{ мбн.}$$

Этот результат приведен в работах^{/15,16/}; вместе с результатами работы^{/20/} это были первые измерения сечения реакции перезарядки при больших энергиях.

Было оценено также сечение реакции:



Эта оценка дает величину

$$\sigma_n = (2,0 \pm 0,2) \text{ мбн.}$$

Для измерения дифференциального сечения перезарядки при импульсе π^- -мезонов

4,8 Гэв/с применялась система из искровой камеры и черенковского счетчика полного поглощения, описание которой было приведено в предыдущем разделе. В эксперименте измерялись энергетические и угловые характеристики γ -квантов от распадов π^0 -мезонов, рождающихся в реакции (2). Измерения производились разностным методом на полиэтиленовой и углеродной мишенях^{/17/}.

Фотографии искровой камеры просматривались на репроекторе, при этом отбирались случаи, когда в камере было зарегистрировано два γ -кванта. На рис. 4 приведено энергетическое распределение этих случаев, полученное при вычитании соответствующих распределений от CH_2 и С мишеней. Для сравнения здесь же приведены калибровочные спектры, полученные при облучении установки электронами с импульсом 4,8 Гэв/с. Как видно из рисунка, в энергетическом спектре имеется четкий пик, обремененный распадами π^0 -мезонов из реакции (1).

Распределение углов разлета между двумя γ -квантами, построенное для случаев, энергия которых превышала 3,6 Гэв (начало пика в энергетическом спектре), в пределах ошибок измерений согласуется с тем, которое было вычислено исходя из кинематики реакции (1).

На рис. 5 приведено дифференциальное сечение перезарядки в единицах квадрата переданного импульса $-t$. Ход сечения в общих чертах согласуется с данными, полученными при других энергиях методом ливневых искровых камер^{/13,14/}. Величина сечения перезарядки вперед, усредненная по интервалу $0 \leq |t| \leq 0,1$, равна

$$\frac{d\sigma}{dt}(t=0) = (0,49 \pm 0,1) \text{ мбн./Гэв/с}^2,$$

или в единицах телесного угла (с.д.)

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(0^\circ) = (0,33 \pm 0,07) \text{ мбн/стер.}$$

Это значение согласуется в пределах ошибки с величиной $\frac{d\sigma}{d\Omega}(0^\circ)$, рассчитанной на основании дисперсионных соотношений и известных данных о полных сечениях π^+p и π^-p взаимодействий^{/23/}.

Полное сечение реакции (1), подсчитанное с учетом геометрии эксперимента и данных работы^{/13/} по дифференциальному сечению перезарядки при больших $|t|$, равно

$$\sigma_{\text{ex}} = (0,11 \pm 0,02) \text{ мбн.}$$

С помощью включенного на антисовпадения сцинтилляционного счетчика также измерялось полное сечение реакции (2). Оно оказалось равным:

$$\sigma_n = (1,3 \pm 0,2) \text{ мбн.}$$

Обсуждение имеющихся в настоящее время экспериментальных данных и различных теоретических моделей, относящихся к реакции перезарядки, содержится во вступительной части главы III.

Изучение реакции перезарядки в пропановой пузырьковой камере

Изучение перезарядки в пузырьковой камере дает еще одну независимую проверку данных, полученных другими методиками. Для изучения реакций с рождением γ -квантов лучше всего подходит пропановая пузырьковая камера, которая содержит достаточно много свободных водородных атомов, обладает сравнительно большой эффективностью регистрации γ -квантов и позволяет с хорошей точностью измерять их угловые и энергетические характеристики.

Результаты изучения реакции (1) в пропановой пузырьковой камере при импульсах π^- -мезонов 4,0 и 7,5 Гэв/с приводятся в четвертой главе диссертации. Одновременно с реакцией перезарядки были изучены также реакции с рождением нескольких π^0 -мезонов и оценено сечение реакции



Хронологически первой была выполнена работа при 7,5 Гэв/с (1962 г.)^{/18/}. В работе была сделана оценка верхней границы сечения реакции (1). В то время сведений о сечении перезарядки при больших энергиях почти не было, известны были только оценки этого сечения при некоторых энергиях^{/21/}.

В работе использовались фотографии, полученные на 24-литровой пропановой камере ЛВЭ ОИЯИ. При просмотре отбирались взаимодействия π^- -мезонов, в которых не образуется заряженных частиц (так называемые "ноль-лучевые события"). Отмечались также электронно-позитронные пары от конверсии γ -квантов, исходящих из точки взаимодействия. Дважды было просмотрено около 30000 фотографий. Анализ случаев, сопровождающихся двумя γ -квантами, показал, что для верхней границы сечения перезарядки получается значение

$$\sigma_{\text{ex}} \leq 0,2 \text{ мбн.}$$

При этом было учтено, что часть отобранных случаев является взаимодействиями с ядрами углерода. Различные оценки показывают, что доля этих случаев составляет около 30%.

Для средней множественности π^0 -мезонов, рождающихся в реакции (2), было получено значение $\bar{N} = 2,8 \pm 0,2$. Это согласуется со средней множественностью π^0 -

мезонов, вычисленной по статистической теории множественного рождения ($\bar{N} = 3$). Было построено также энергетическое распределение γ -квантов в лабораторной системе и угловое распределение π^0 -мезонов в системе центра инерции.

Изучение реакции (1) при импульсе π^- -мезонов 4,0 Гэв/с проводилось на этой же пузырьковой камере^{/19/}. Было просмотрено около 126000 фотографий. Отбирались ноль-лучевые события, сопровождающиеся γ -квантами, которые образовали электрон-позитронные пары в эффективном объеме камеры. Для событий с двумя γ -квантами определялась их эффективная масса. Для дальнейшего анализа отбирались случаи, эффективная масса которых равнялась массе π^0 -мезона.

Сравнение импульсов и углов вылета π^0 -мезонов с кинематикой реакции (1) показало, что часть случаев относится к этой реакции. С учетом эффективности регистрации π^0 -мезонов полное сечение перезарядки оказалось равным

$$\sigma_{\text{ex}} = (0,17 \pm 0,06) \text{ мбн.}$$

Эта величина согласуется с данными, полученными с помощью черенковского γ -спектрометра и приведенными выше.

Из имеющихся данных можно было также оценить верхнюю границу сечения реакции (3). Этот вопрос представлял интерес в связи с тем, что в работе^{/22/} было получено отношение сечений $\frac{\sigma(\gamma p \rightarrow n \eta^0)}{\sigma(\gamma p \rightarrow p \pi^0)} \approx 40$ примерно при той же энергии в системе центра инерции, что и для случая $\pi^- p$ -взаимодействия при $p_{\text{с}} = 4$ Гэв. Наша оценка показала, что сечение реакции (3) меньше или равно сечению реакции (1).

Средняя множественность π^0 -мезонов в реакции (2) оказалась равной $1,6 \pm 0,2$. Были построены импульсные и угловые распределения π^0 -мезонов в лабораторной системе и в системе центра масс (см. рис. 6а,б), а также распределение π^0 -мезонов по поперечным импульсам.

Отметим, что эти результаты являются фактически первыми сведениями о реакциях с рождением нескольких π^0 -мезонов, полученными методом непосредственного измерения эффективных масс π^0 -мезонов. Имевшиеся до сих пор в литературе сведения об этих реакциях основывались обычно на косвенных методах оценки свойств π^0 -мезонов.

Основные результаты

Работы, изложенные в диссертации, были выполнены в период 1957-1965 гг. Перечислим основные результаты этих работ, придерживаясь в основном хронологического порядка.

1. Исследованы счетные характеристики плоско-параллельного искрового счетчика,

наполненного смесью аргона и эфира, в режиме питания постоянным и импульсным напряжением. В импульсном управляемом режиме питания (с одновременной подачей постоянного напряжения на электроды) эффективность счета достигает максимума при двух значениях постоянного напряжения когда последнее близко к нулю или когда оно близко к порогу статического пробоя.

2. Исследованы пространственные и временные характеристики искровых камер с междуэлектродными зазорами 2-4 мм и различными наполнениями (сухой воздух, воздух + аргон, аргон + органические добавки: ацетон, эфир, спирт). Оптимальные характеристики камеры (эффективность промежутка - 0,95, время памяти - 0,8 мксек, среднеквадратичный разброс искр - 0,22 мм) получены при наполнении 96% аргона + 4% спирта и промежутке 4 мм. При добавлении к аргону электроотрицательной добавки (пары ацетона) обнаружено явление уменьшения времени памяти камеры в отсутствие очищающего электрического поля.

3. На основании полученных характеристик искровых счетчиков и камер оценены для применявшихся газовых смесей некоторые постоянные, характеризующие процессы в ионизованном газе: коэффициент ионизации α , скорость дрейфа электронов и ионов v и сечение захвата электронов молекулами ацетона.

4. Разработана и испытана установка для совместного облучения искровых и эмульсионных камер. Установка позволяет находить место входа частиц в эмульсию по координатам трека в искровой камере. Точность "целеуказания" составляет в среднем $\pm 0,4$ мм. В установке предусмотрен поворот эмульсионной камеры в процессе облучения, что позволяет значительно увеличивать допустимую загрузку камеры.

5. Разработана методика детектирования γ -квантов с помощью искровой камеры и черенковского счетчика полного поглощения. Такая система позволяет измерять углы вылета γ -кванта с точностью $\pm 0,5^\circ$ и энергии γ -квантов с точностью $\pm 5\%$ в области энергий 3-5 Гэв при хорошей эффективности регистрации γ -квантов. Аппаратура может быть настроена таким образом, чтобы регистрировать γ -кванты в определенном интервале энергий. Отличительной чертой системы является также высокая степень подавления заряженных частиц (4×10^{-5} от числа падающих π^- -мезонов).

6. Измерено полное сечение реакции перезарядки π^- -мезонов на протонах при импульсе π^- -мезонов 4,1 Гэв/с методом черенковского γ -спектрометра.

7. Измерено полное и дифференциальное сечение перезарядки при импульсе π^- -мезонов 4,8 Гэв/с методом искровых камер, применяемых совместно с черенковским счетчиком полного поглощения.

8. В пропановой пузырьковой камере изучены реакции типа $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0$

при импульсах π^- -мезонов 4,0 и 7,5 Гэв/с. Получено полное сечение реакции перезарядки при 4,0 Гэв/с и оценена верхняя граница этого сечения при 7,5 Гэв/с. Оценено сечение реакции $\pi^- + p \rightarrow n + \eta^0$ при импульсе 4,0 Гэв/с. Получены угловые и энергетические распределения π^0 -мезонов в реакции $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0$ и определено значение множественности π^0 -мезонов в этой реакции.

Основные материалы диссертации были доложены на международных конференциях по физике высоких энергий 1962 и 1964 года /4,15/ и опубликованы в работах /9,12,16,17-19/.

Л и т е р а т у р а

1. Л.В.Сильвестров. Дипломная работа, МГУ, 1958.
2. М.М. Дайон, В.Х. Волюнский. ЖЭТФ, 37, 906 (1959).
3. Spark Chamber Symposium. Rev. Sci. Instr., 32, 5 (1961).
4. A.S. Dvoretzky, V.A. Kazakov, I.V. Kolesov, Yu. Oravets, I.I. Skril, V.F. Sikolenko, L.V. Silvestrov, N.S. Frolov And M.S. Khvastunov. Proceedings of the 1962 Conference on Instrumentation for High-Energy Phys. 277. Amsterdam, 1963.
5. G. Charpok, L. Mossonet. Rev. Sci. Instr. 34, 644 (1963).
6. И.И. Громова, В.И. Никаноров, Г. Петер, А.Ф. Писарев. Препринт ОИЯИ, Р-1498, Дубна, 1964.
7. И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский, Ю.Р. Лукстиньш, Э.О. Оконов, Г.Г. Тахтамышев, В.И. Устинов, В.М. Шешунов. Препринт ОИЯИ, Р-1814, Дубна, 1964.
8. М.И. Дайон, В.Х. Волюнский, М.И. Потанов, ПТЭ № 3, 135 (1964).
9. Е.С. Басова, А.С. Вовенко, У.Г. Гулямов, В.Г. Колесник, Т. Станевска, Л.В. Сильвестров, Э. Сжипчак, Сюй Юн-чан, М.С. Хвастунов. Препринт ОИЯИ, 1942, Дубна, 1965; ПТЭ 1, 73 (1966).
10. I. Ficher, G.T. Zorn. Nucl. Instr. and Methods, 20, 282 (1963).
11. B.G. Duff, D.A. Gurbutt, W.T. Toner. Nucl. Instr. and Methods, 29, 351 (1964).
12. М.А. Азимов, В.Г. Колесник, В.С. Пантуев, Л.В. Сильвестров, М.Н. Хачатурян. Препринт ОИЯИ, Р-2436, Дубна, 1965.
13. I. Manelli, A. Bigi, R. Carrkra, M. Wahling, L. Sodickson. Phys. Rev. Letters, 14, 408 (1965).
14. A.V. Strling, P. Sonderegger, I. Kirz, P. Falk-Vairant, O. Guison, C. Bruneton, P. Borgeand, M. Yvert, I.P. Guillund, C. Caverzasio, B. Amblard. Phys. Rev. Letters, 14, 763 (1965).
15. М.А. Азимов, И.М. Граменицкий, Л.С. Охрименко, В.С. Пантуев, Л.В. Сильвестров, Б. Словинский, З. Стругальский, М.Н. Хачатурян, И.В. Чувило. XII международная конференция по физике высоких энергий, т. 1, 145. Атомиздат, Москва, 1966.
16. М.А. Азимов, В.С. Пантуев, Л.В. Сильвестров, М.Н. Хачатурян, И.В. Чувило. Препринт ОИЯИ, Р-1782, Дубна, 1964; Ядерная физика, 1, 145 (1965).
17. М.А. Азимов, Е.С. Басова, У.Г. Гулямов, К.Р. Игамбердиев, В.Г. Колесник, В.С. Пантуев, Л.В. Сильвестров, М.Н. Хачатурян, Препринт ОИЯИ, 2592, Дубна, 1966; Письма в редакцию ЖЭТФ, 3, 336 (1966).

18. Р.А. Арипов, В.Г. Гришин, Л.В. Сильвестров, В.Н. Стрельцов. ЖЭТФ, **43**, 394 (1962); Препринт ОИЯИ, Р-828, Дубна, 1962.

19. В.Г. Гришин, Э.П. Кистенев, Д.К. Копылова, А.Г. Кривенцова, Му Цзюнь, В.Д.Рябцов, Л.В. Сильвестров. Препринт ОИЯИ, Р-2381, Дубна, 1965.

20. M.A. Wakling, I. Monelli, L. Sodickson, O. Fackler, C. Ward, T. Kan, E. Shibata, D. Frisch.

XII международная конференция по физике высоких энергий, т. 1, 115, Москва, Атомиздат, 1966.

21. G. Bellini, E. Fiorini, A. Orkin-Lecourtios. 1962 International Conference on High-Energy Physic., 586. Geneva, 1962.

22. R. Alvarez, Z. Bar-Yum, W. Kern, D. Lucky, L.S. Osborn, S. Tuzzuri, R. Fessel. Phys. Rev. Letters, **12**, 710 (1964).

23. G. Hohler, I. Giesecke. Phys. Letters, **12**, 149 (1964).

Рукопись поступила в издательский отдел
10 августа 1966 г.

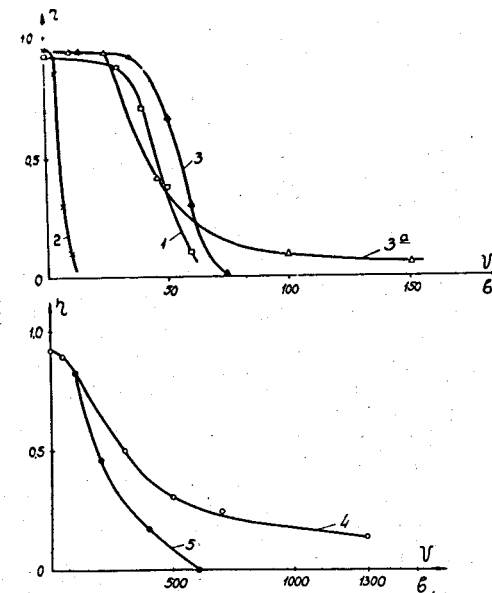


Рис. 1. Зависимость эффективности искрового промежутка от величины постоянного очищающего напряжения. Кривые относятся к следующим условиям.

Наполнение	Давление	Величина междуэлектродного промежутка	Задержка в/в импульса
1. Аргон + 6,6% эфира	1 атм	4 мм	0,8 мксек
2. Аргон + 4% спирта	1 атм	4 мм	0,8 мксек
3. Аргон + 4,6% ацетона	1 атм	3 мм	0,8 мксек
3а. - " -	"	2 мм	0,8 мксек
4. Сухой воздух	0,5 атм	2 мм	0,8 мксек
5. - " -	"	"	40 мксек

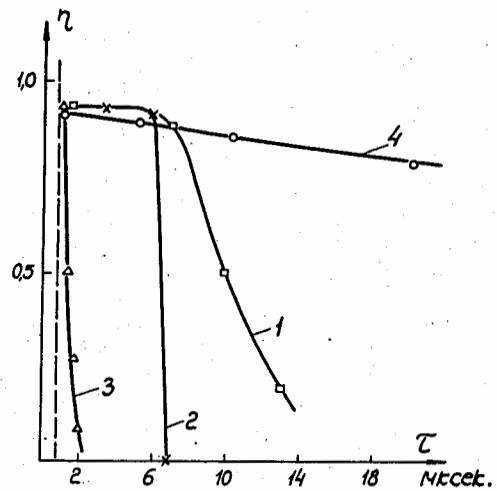


Рис. 2. Зависимость эффективности искрового промежутка от задержки высоковольтного импульса (очищающее напряжение отсутствует). Кривые относятся к тем же условиям, что и на рис. 1.

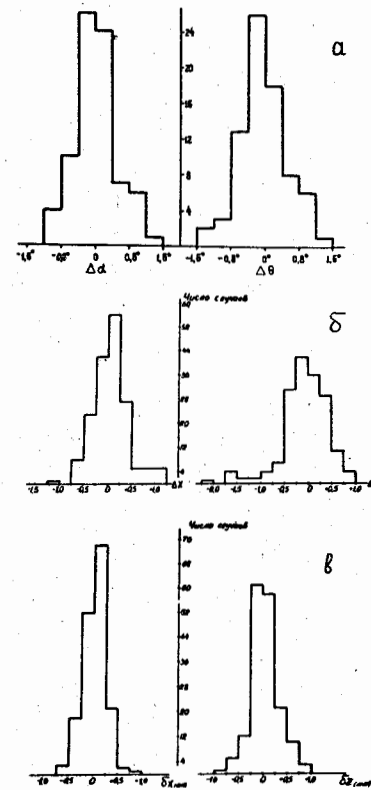


Рис. 3а) и б) - распределение отклонений углов и координат найденных следов от их расчетных значений, в) - разброс искр в искровых промежутках для тех же случаев. Обозначения: $\Delta\alpha$, $\Delta\theta$ - разность измеренного и расчетного значения для плоского угла и угла погружения следа; ΔX , ΔZ - разность измеренного и расчетного значения координат следа в плоскости, перпендикулярной к направлению следа; δx , δz - отклонение по соответствующим осям средней искры от прямой, проведенной через две крайние искры.

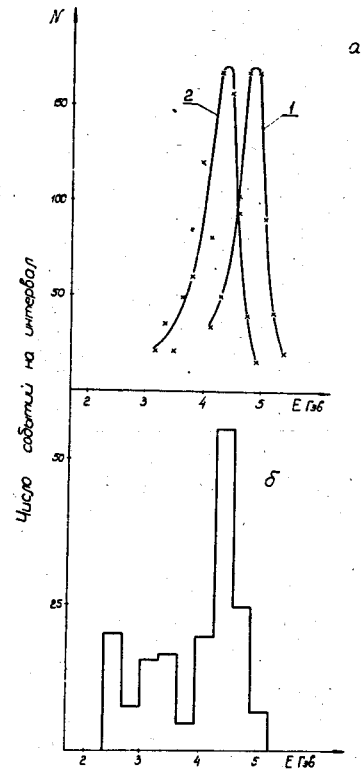


Рис. 4 а) — энергетический спектр электронов с импульсом 4,8 Гэв/с в отсутствие конвертора (1) и с конвертором из 10 мм свинца (2), б) — энергетический спектр случаев с двумя γ -квантами.

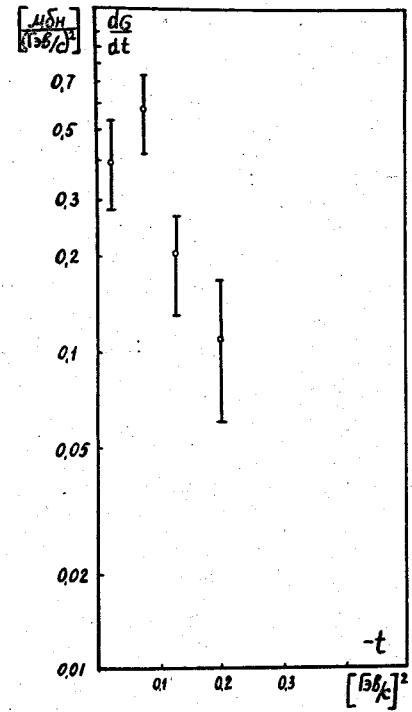


Рис. 5. Дифференциальное сечение реакции $\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0$ при импульсе π^- -мезонов 4,8 Гэв/с.

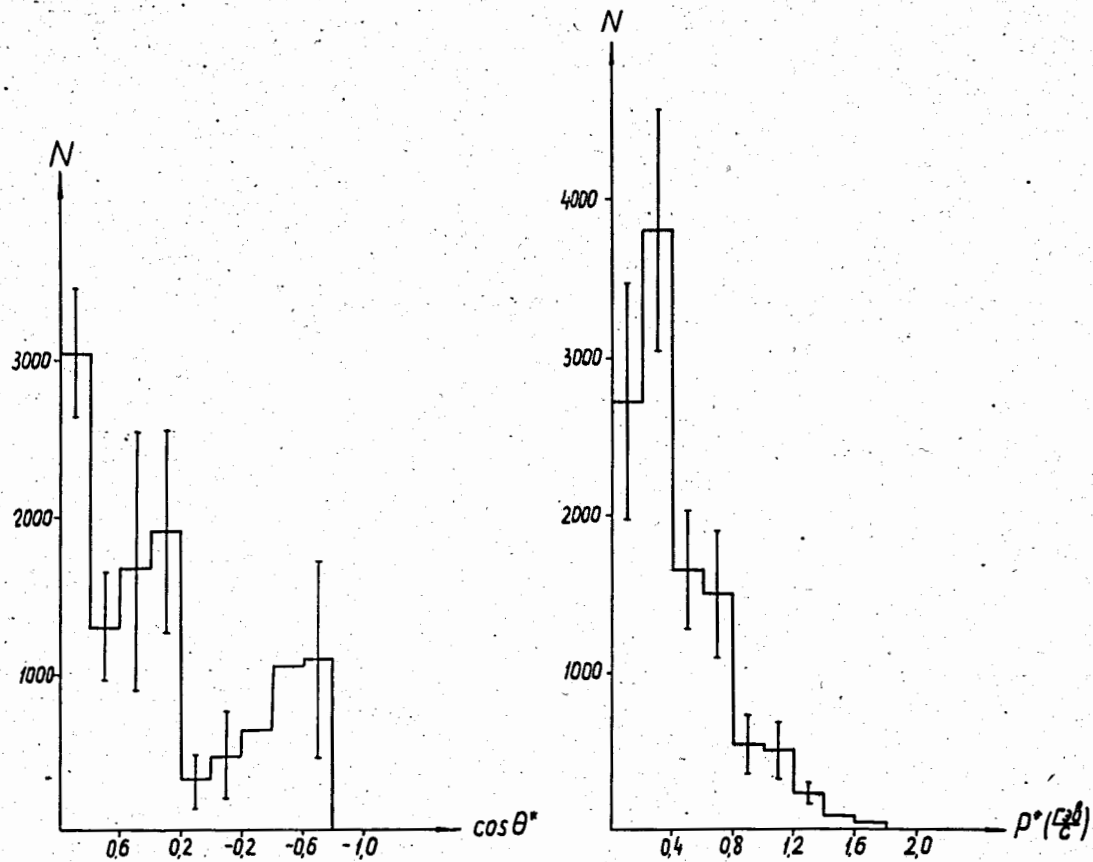


Рис. 6. а) - угловое и б) - импульсное распределение в с.д.и. π^0 -мезонов, генерированных в реакции $\pi^- + p \rightarrow n + m\pi^0$ при $p_\pi = 4$ ГэВ/с.