

A-61



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1 - 8619

АМАГЛОБЕЛИ  
Нодар Сардионович

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
МНОГОЧАСТИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ  
С ОБРАЗОВАНИЕМ СТРАННЫХ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ  
 $\Lambda^0$ -ГИПЕРОНОВ И  $K^0$ -МЕЗОНОВ  
В  $\pi^-$ -МЕЗОН-НУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГЭВ/С

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой  
степени доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Работа выполнена в Тбилисском государственном университете и Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

академик Б.М.Монтекорво,

член-корреспондент АН СССР Д.В.Ширков,

доктор физико-математических наук

старший научный сотрудник В.Т.Смолякин

Ведущее научно-исследовательское учреждение:


Институт физики высоких энергий (г.Серпухов).

Автореферат разослан " " \_\_\_\_\_ 1975 года.

Защита диссертации состоится " " \_\_\_\_\_ 1975 года  
в " " час. на заседании Ученого совета Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований (г. Дубна, Московской области, Лаборатория высоких энергий СИЯИ, конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДВЭ.

Ученый секретарь Совета  
кандидат физико-математических  
наук



М.Ф.Ляхчев

I - 8619

АМАГЛОБЕЛИ  
Нодар Сардионович

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
МНОГОЧАСТИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ  
С ОБРАЗОВАНИЕМ СТРАННЫХ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ  
 $\Lambda^0$ -ГИПЕРОНОВ И  $K^0$ -МЕЗОНОВ  
В  $\pi^-$ -МЕЗОН-НУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40. ГЭВ/С

Специальность 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой  
степени доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Интенсивные экспериментальные исследования взаимодействия адронов, проводимые в последние годы на всех крупных ускорителях мира, остро поставили вопрос о создании теоретических и экспериментальных методов анализа многочастичных процессов, играющих доминирующую роль при высоких энергиях <sup>/1/</sup>.

В теоретическом плане наиболее общим подходом к описанию взаимодействия элементарных частиц является метод дисперсионных соотношений. Этот метод, в обосновании которого решающую роль сыграли фундаментальные исследования академика Н.Н.Боголюбова и его учеников <sup>/2/</sup>, базируется на общих физических принципах микропричинности и унитарности и не связан с аппаратом теории возмущений.

Дальнейшее исследование аналитических свойств амплитуды взаимодействия частиц при высоких энергиях было проведено академиком А.А.Логуновым с сотрудниками <sup>/3/</sup>. Используя понятие об амплитуде рассеяния как об единой аналитической функции переменных рассеяния, А.А.Логунов с сотрудниками предложили новый общий безмодельный принцип анализа многочастичных процессов. Этот метод основан на исследовании физических параметров для частиц данного сорта, отобранных по какому-либо признаку из всех возможных каналов многочастичного процесса. Новый подход впоследствии был назван инклюзивным (в противоположность эксклюзивному - когда в эксперименте извлекается полная информация о всех частицах в конечном состоянии). Исследованию инклюзивных спектров придано самостоятельное значение в надежде на обнаружение в этих распределениях фундаментальных за-

кономерностей, проливающих свет на динамику сильных взаимодействий по крайней мере при асимптотически больших энергиях.

Работы Фейнмана /4/ и Янга с сотрудниками /5/, в которых были сформулированы новые принципы инвариантности сильных взаимодействий, гипотезы масштабной инвариантности и предельной фрагментации, способствовали дальнейшему усилению интереса к изучению инклюзивных реакций. Принцип масштабной инвариантности Фейнмана заключается в том, что инвариантное дифференциальное сечение  $\mathcal{E} \frac{d\mathcal{E}}{dq} = f(S, X, q_1^2)$  одночастичной инклюзивной реакции при  $S \rightarrow \infty$  перестает зависеть от переменной  $S$ . Здесь  $S$  - квадрат полной энергии в с.ц.м.,  $X = \frac{qa_m}{\sqrt{S}}$ ,  $\mathcal{E}$  - полная энергия инклюзивной частицы в с.ц.и.,  $q_1$  и  $q_m$  - поперечная и продольная составляющие импульса инклюзивной частицы в с.ц.и.

Таким образом, развитие нового, инклюзивного метода изучения взаимодействия частиц при высоких энергиях способствовало возникновению концепции масштабной инвариантности сильных взаимодействий. Если дальнейшие экспериментальные исследования подтвердят существование принципа масштабной инвариантности, то это сильно ограничит количество теоретических моделей, претендующих на описание взаимодействия адронов.

Несмотря на то, что экспериментальные исследования инклюзивных реакций на ускорителях начаты сравнительно недавно, к настоящему времени опубликовано большое количество работ, посвященных данному вопросу. В основном в этих работах приводятся данные об инклюзивных одночастичных распределениях для  $\Pi$ -мезонов, образовавшихся в  $pp$ -столкновениях в широком интервале энергий до  $E_{\text{лаб}} \leq 2000$  ГэВ, в  $\pi^{\pm}p$ -взаимодействиях  $E_{\text{лаб}} \leq 200$  ГэВ, в  $K^{\pm}p$  -  $E_{\text{лаб}} \leq 30$  ГэВ, в  $p\bar{p}$  и  $\gamma p$  -  $E_{\text{лаб}} \leq 20$  ГэВ. Значительно меньше экспериментальных данных об инклюзивных распределениях протонов,  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов. Только начаты работы по полунклюзивным и двухчастичным инклюзивным реакциям и

корреляционным эффектам в распределениях вторичных частиц. В этой связи следует подчеркнуть, что поскольку речь идет об установлении нового фундаментального принципа - принципа масштабной инвариантности в сильных взаимодействиях, то необходимо провести обширную программу исследований с участием разного типа начальных и конечных частиц в широком интервале энергий.

Настоящая диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию многочастичных состояний со странными нейтральными частицами  $\Lambda^0$ -гиперонами и  $K^0$ -мезонами, образующимися в  $\pi^-$ -мезон-нуклонных столкновениях при  $p = 40$  ГэВ/с. До опубликования работ, положенных в основу данной диссертации, экспериментальные данные об этих реакциях имелись лишь в области энергии  $E_{\text{лаб}} < 25$  ГэВ. В диссертации приводятся также результаты изучения распределений событий по множественности вторичных пионов. Эти данные были необходимы для совместного анализа множественных процессов со странными нейтральными частицами и без них.

Физическая часть работы основана на обработке стереофотоснимков с двухметровой пропановой пузырьковой камеры ДТПК-500 Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, облученной в пучке отрицательных  $\Pi$ -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с протонного синхротрона Института физики высоких энергий в период 1971-72 гг. За указанный период было получено около 300 000 стереофотоснимков. Эти фотографии обрабатываются сотрудничеством, состоящим из 16 лабораторий восьми стран.

Тбилисскому государственному университету было поручено исследование процессов рождения странных частиц и выделено для обработки ~19000 фотокадров. Кроме этого, группа физиков из этого университета, руководимая автором данной работы, длительное время



работала в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ и принимала участие в постановке эксперимента и последующей обработке экспериментальных данных.

Диссертация состоит из предисловия, введения, четырех глав и заключения.

Во введении сформулирована цель работы, дан краткий обзор современных теоретических представлений о множественных процессах и приведены основные экспериментальные результаты об адрон-адронных взаимодействиях при высоких энергиях. Здесь же изложен инклюзивный метод описания множественных процессов.

Экспериментальным исследованиям в области физики высоких энергий в Тбилиском университете предшествовал длительный период создания - впервые среди университетов СССР - центра по обработке फिल्मовой информации, оборудованного полуавтоматической измерительной аппаратурой собственного производства.

Проблеме создания просмотрово-измерительного центра по обработке стереофотоснимков, получаемых на трековых установках, посвящена первая глава диссертации.

Работы по организации обработки стереофотоснимков с пузырьковых камер в Тбилиском государственном университете были начаты в 1964г. Инициативная группа приняла стратегию создания и развития системы обработки стереоснимков, нацеленную на возможно быстрое начало непосредственно физических исследований. При этом принималось во внимание то, что в ТГУ было запланировано создание вычислительного центра, оснащенного ЭМ БЭСМ-4, М-220 и БЭСМ-6 (поэтапно в порядке перечисления). На первом этапе система обработки камерных снимков ориентировалась на эксплуатацию ЭМ БЭСМ-4. Наличие в ТГУ перечисленных ЭМ предопределило и выбор системы математических программ для обработки камерных снимков, разработанных в ОИЯИ /6/.

На первом этапе создания измерительного комплекса была развита давно ставшая классической система обработки फिल्मовой информации (§ 1.1) /7-10/. Логика системы показана на рис.1. В этой системе в качестве промежуточного носителя информации используется перфолента. Просмотр стереофотокадров производится на универсальных просмотровых столах УПС-50-80 /11/.

Измерение координат реперных крестов и точек треков частиц выполняется на шести установках ПУОС-М, /9,10,13/, созданных в Тбилиском государственном университете.

Разработка модернизированной установки ПУОС-М велась с использованием логики и принципов, заложенных в ПУОС-1 /12/. При этом были внесены существенные усовершенствования с целью повышения надежности установки. Так, например, заново был разработан узел вывода информации с учетом возможности работы установки как с перфоратором ПЛ-20, так и с усовершенствованным, более надежным перфоратором ПЛ-80. Подобраны оптимальные режимы работы отдельных электронных схем: магнитного регистра, электронно-оптического датчика перемещения, пульта управления и т.д. Всего в ТГУ было создано 15 установок ПУОС-М. Часть из них изготовлена по запросам Института физики АН Гр. ССР, Ереванского физического института, Института физики Болгарской АН и др.

Результаты измерений, проведенных с помощью полуавтоматических установок ПУОС-М, накапливались в виде рулонов бумажной перфоленты и далее обсчитывались на ЭМ БЭСМ-4.

Описанная выше система обладает целым рядом недостатков, главным из которых является то, что допущенные оператором в процессе измерений ошибки обнаруживаются только после обсчета результатов на ЭМ. В силу этого полный цикл обработки измеряемых событий длится неделями, и необходимые экспериментальные сведения об изучаемом физическом процессе набираются слишком медленно.

Несмотря на недостатки рассматриваемой схемы обработки снимков (рис.1), на начальном этапе существования измерительного комплекса ТГУ своевременная организация обработки событий с пузырьковых камер позволила физикам ТГУ включиться с самого начала в фундаментальные исследования, проводимые на серпуховском протонном синхротроне, не дожидаясь разработки более совершенных систем. Кроме того, на указанном этапе были воспитаны специалисты, подготовленные для создания более сложных систем.

На втором этапе развития комплекса по обработке фотоснимков с трековых приборов была реализована система, состоящая из шести полуавтоматических установок ПУОС-М, связанная непосредственно с ЭМ БЭСМ-4 (§ 1.2) /9,10,13/. При разработке и сооружении указанной системы были использованы идеи, заложенные в системе связи полуавтоматов ПУОС-1 с ЭМ БЭСМ-4 ОИЯИ, созданной в свое время с участием сотрудников Тбилисского государственного университета.

Математическое обеспечение системы связи основывается на программах, разработанных в ОИЯИ /6,14/.

Функциональная схема полуавтоматической измерительной системы ТГУ приведена на рис.2. Система включает в себя:

- 1) электронно-вычислительную машину БЭСМ-4;
- 2) группу из шести полуавтоматических установок ПУОС-М;
- 3) аппаратуру сопряжения установок ПУОС-М с ЭМ БЭСМ-4.

Для осуществления обратной связи ЭМ с оператором полуавтоматы были оборудованы световыми табло.

Шесть установок ПУОС-М подключены к вычислительной машине через аппаратуру связи, как одно внешнее устройство. Аппаратура связи обеспечивает передачу в БЭСМ-4 измеренных координат реперных крестов и точек треков, служебной информации и команд оператора,

управляющего работой программ, а также вывод на табло сообщений оператору из ЭМ в алфавитно-цифровой форме о ходе и качестве измерений.

Два основных фактора – непосредственный ввод данных в ЭМ без промежуточного накопления информации на перфоленте и использование принципа обратной связи для программного контроля оператора – обусловили ряд новых качеств измерительной системы.

Одним из достоинств системы является простота исправлений ошибок, допущенных в ходе измерений. В частности, повторные измерения можно производить, пока нужный кадр находится в поле зрения оператора.

Система полуавтоматов на линии с ЭМ обладает, в некотором смысле, и свойством самоорганизации. Контроль со стороны ЭМ процесса измерения быстро повышает квалификацию оператора и, в конечном счете, производительность всей системы.

Система непосредственной связи измерительных полуавтоматов ПУОС-М с ЭМ БЭСМ-4 эксплуатируется в Тбилисском государственном университете с начала 1973 г. Она позволила увеличить производительность измерительного комплекса ТГУ примерно в 2,5 раза.

Дальнейшее развитие измерительного комплекса ТГУ связано с созданием высокопроизводительной автоматической системы "Спиральный измеритель". В настоящее время ведутся работы по монтажу и наладке узлов системы. Запуск установки предусмотрен по плану к концу 1976 г. Ввод в эксплуатацию "Спирального измерителя" позволит увеличить мощность измерительного комплекса ТГУ по обработке стереофотоснимков до 200 тыс. событий в год.

Во второй главе диссертации обсуждаются вопросы методики обработки событий, зарегистрированных в двухметровой пропановой пузырьковой камере ДТМК-500. методика обработки зарегистрированных в ка-

мере звезд в определенной степени зависит от конструктивных особенностей пузырьковой камеры и параметров первичного пучка. Поэтому вторая глава (§ 2.1) начинается с краткого описания двухметровой пропановой пузырьковой камеры.

Двухметровая пропановая пузырьковая камера ЛВЭ ОИИИ—одна из первых созданных в СССР камер столь большого размера, работающая в магнитном поле. Ее рабочий объем равен  $(210 \times 65 \times 43) \text{ см}^3$ . Среднее значение напряженности магнитного поля магнита Сп-41Г, в который была помещена камера, равнялось  $\bar{H} = 15 \text{ кГс}$ .

В § 2.2 приведены основные параметры пучка отрицательных  $\Pi^-$ -мезонов, сформированного в канале "4Б" ускорителя Института физики высоких энергий У-70. Импульс  $\Pi^-$ -мезонов равнялся  $p = (40,00 \pm 0,24) \text{ ГэВ/с}$ . Примесь  $K^-$ -мезонов и антипротонов в пучке составляла  $(3,4 \pm 0,1)\%$  и  $(0,290 \pm 0,015)\%$  соответственно. Дозировка числа первичных частиц, пропускаемых через камеру, осуществлялась при помощи безжелезного импульсного магнита. Среднее число первичных частиц, входящих в пузырьковую камеру за цикл ускорения, равнялось  $\bar{n} = 2,4$ .

Методике просмотра и идентификации событий, зарегистрированных в пропановой камере, посвящен § 2.3 [15,16]. найденные в эффективной области пузырьковой камеры звезды по критериям, основанным на законах сохранения заряда, числа барионов и энергии-импульса, разделялись на три класса событий:  $\Pi^-p$ ,  $\Pi^-n$  и  $\Pi^-C$ . Доля событий, тип которых было невозможно определить из-за близости к вершине вторичного взаимодействия или же наличия коротких вторичных следов, не превышала 1,5%.

при просмотре, по общепринятым критериям, специально выделялись события с  $V^0$ -частицами ( $\Lambda^0, K_S^0$ ) и  $\gamma$ -квантами.

Для проведения методических исследований к концу 1972 г. было просмотрено 50 тысяч стереофотоснимков. В эффективной области

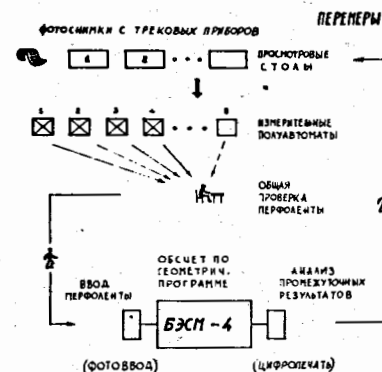


Рис.1. Система обработки стереофотоснимков с пузырьковых камер на первом этапе развития измерительного комплекса ТПУ.

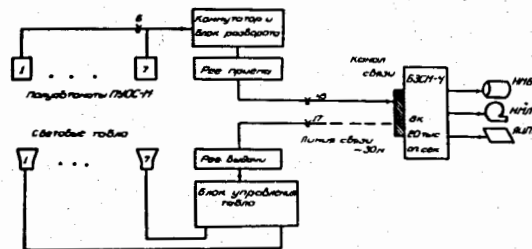


Рис.2. Полуавтоматическая измерительная система ТПУ.

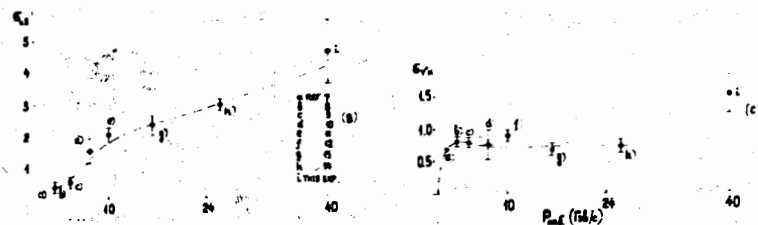


Рис.3. Зависимость сечений образования  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K\bar{K}$ -пар, рождающихся в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях, от импульса.

пузырьковой камеры было найдено 11267 событий, среди которых  $\sim 14000$   $\gamma$ -квантов и  $\sim 1000$   $V^\circ$ -частиц. Из полного числа обнаруженных событий 5030 классифицированы как  $\Pi^-$ -взаимодействия, 2072 - как  $\Pi^0$ , и 4165 случаев отнесены к  $\Pi^+$ -взаимодействиям. В ТГУ к концу 1973г. было просмотрено дополнительно 12 тысяч стереокадров.

Просмотры пленок проводились дважды, независимо один от другого. Для контроля правильности определения типа и топологии событий и для сверки результатов двух первых просмотров проводился дополнительный третий просмотр. Эффективность двойного просмотра для звезд с числом лучей три и больше  $\epsilon_{12} = 99,7\%$ . Для малолучевых событий - с количеством треков заряженных частиц 0, 1 и 2 - эффективность двойного просмотра ниже и равняется:  $\epsilon_{12} = 84\%$ ,  $96,8\%$  и  $97,5\%$  соответственно. Для событий с  $V^\circ$ -частицами и  $\gamma$ -квантами эффективность двойного просмотра оказалась равной:  $\epsilon_{12} = 99\%$  (§ 2.4).

В § 2.5 определена примесь  $\Pi^+$ -событий в неупругих  $\Pi^-$ -взаимодействиях. Оценка примеси проводилась как по полным неупругим сечениям  $\Pi^-$ - и  $\Pi^+$ -взаимодействий, так и по полному числу  $\Pi^0$ -взаимодействий, найденных в эффективной области пузырьковой камеры. Результаты вычислений этой примеси в пределах ошибок совпадают.

§ 2.6 посвящен методике измерений отобранных при просмотре событий и обсчета результатов измерений по соответствующим математическим программам на ЭМ. В этом же параграфе коротко описаны системы программ, по которым обрабатывались результаты измерений в ТГУ и ОИЯИ. После отбора измеренных событий по специальным критериям вся информация о событиях записывалась на магнитную ленту суммарных результатов (ЛСР). С целью облегчения обмена полученного экспериментального материала между лабораториями-участницами сотрудничества была установлена единая для всех форма записи характеристик событий на магнитную ленту. В ТГУ формирование ЛСР производится на ЭМ БЭСМ-6.

В параграфе 2.7 рассматриваются вопросы, связанные с погрешностями определения физических характеристик частиц. В таблице 1 приведены найденные в ТГУ и ОИЯИ значения средних относительных ошибок в измерении импульсов вторичных  $\Pi^\pm$ -мезонов в зависимости от длины трека  $L$ .

Таблица 1

	$L$	$L \leq 10$ см	$10 \text{ см} \leq L \leq 20 \text{ см}$	$L > 20$ см
ТГУ	$(\frac{\Delta P}{P})\%$	$26,5 \pm 0,9$	$16,8 \pm 0,7$	$10,4 \pm 0,6$
ОИЯИ	$(\frac{\Delta P}{P})\%$	$26,9 \pm 0,7$	$17,6 \pm 0,4$	$9,7 \pm 0,1$

Как и следовало ожидать, в силу идентичности измерительной аппаратуры полученные в ТГУ и ОИЯИ средние относительные ошибки импульсов совпадают. Точность измерений для всей системы в целом удобно контролировать путем определения известных величин, например масс короткоживущих нейтральных частиц. Результаты вычисления масс  $K^0$ -мезонов и  $\Lambda^0$ -гиперонов, проведенные в ОИЯИ и ТГУ, приведены в табл.2.

Таблица 2

	$M_{\Lambda^0}, \text{ГэВ}/c^2$	$M_{K^0}, \text{ГэВ}/c^2$
ТГУ	$1,1167 \pm 0,0015$	$0,4960 \pm 0,0005$
ОИЯИ	$1,1163 \pm 0,0011$	$0,4966 \pm 0,0003$

Хорошее согласие полученных значений масс  $\Lambda^0$ - и  $K^0$ -частиц с их табличными величинами указывает на отсутствие заметных систематических ошибок в измерениях импульсов и углов вторичных частиц.

Таким образом, обработка событий, зарегистрированных в двухметровой пропановой пузырьковой камере, проводилась в ОИЯИ и ТГУ с одинаковой точностью. Это обстоятельство существенно облегчало объединение полученных результатов для дальнейшего совместного физического анализа.



Последующие параграфы второй главы - 2,8; 2,9; 2,10; 2,11; 2,12 и 2,13-посвящены методическим вопросам выбора эффективной области регистрации событий в пузырьковой камере и определению истинного числа звезд и связанных с ними  $\gamma$ -квантов,  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов.

Эффективные области регистрации событий были выбраны на основе исследования распределения звезд в связанной с камерой системе отсчета, по координатам  $X, Y, Z$ , углу  $\beta$  в плоскости  $XU$  и тангенсу глубинного угла  $\alpha$  для треков первичных  $\pi$ -мезонов.

Размеры эффективной области регистрации  $\gamma$ -квантов и  $V^0$ -частиц по осям  $X, Y$  и  $Z$  определялись возможностью измерения физических параметров продуктов конверсии и распада.

Вследствие конечности размеров эффективной области регистрации частиц существует определенная вероятность того, что нейтральная  $V^0$ -частица или  $\gamma$ -квант будут зарегистрированы в камере. Обратную величину этой вероятности принято называть весом  $W$ . Средние величины весов для различных частиц и выбранного эффективного объема имели следующие значения:

$$\langle W_{\Lambda^0} \rangle = 1,25 \pm 0,10, \quad \langle W_{K^0} \rangle = 1,26 \pm 0,08 \quad \text{и} \quad \langle W_{\gamma} \rangle = 4,16 \pm 0,07.$$

Расчеты и контрольные опыты позволили внести в экспериментальные данные все необходимые поправки.

1. Поправки на потерю "вилки" вблизи вершины звезды вследствие наложения следов оценивались экспериментально и оказались равными  $(4,0 \pm 0,8)\%$  для  $V^0$ -частиц и  $(2,1 \pm 0,6)\%$  - для  $\gamma$ -квантов.

2. Специально исследовались потери  $V^0$ -частиц и  $\gamma$ -квантов из-за плохого освещения области вблизи дна камеры. Коэффициенты, учитывающие эти потери, оказались равными:  $1,08^{+0,14}_{-0,08}$  для  $V^0$ -частиц и  $1,09 \pm 0,03$  для  $\gamma$ -квантов.

3. Экспериментально определенная примесь  $\gamma$ -квантов тормозного излучения электронов составила 3%.

4. Изучение углового распределения продуктов распада  $K^0$ -мезонов в системе покоя этой частицы показало, что среди неразделенных  $\Lambda^0 \sim K_S^0$  гипотез 80% составляют  $\Lambda^0$ -гипероны.

5. Анализ экспериментального распределения по поперечным импульсам продуктов распада неразделенных  $V^0 \sim \gamma$  событий позволил сделать заключение, что  $V^0 \sim \gamma$  события в основном (99%) состоят из  $\gamma$ -квантов.

6. Потери в числе  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов из-за взаимодействия этих частиц в пропане были оценены по полным сечениям  $\Lambda^0 p$ ,  $\Lambda^0 C$ ,  $K^0 p$  и  $K^0 C$ -взаимодействий и оказались равными  $\approx 4\%$ .

7. При восстановлении истинного числа  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов учитывались также потери этих частиц из-за их распада на нейтральные частицы.

Третья глава диссертации посвящена экспериментальному исследованию распределения  $\pi N$ -взаимодействий по множественности вторичных частиц /16-21/.

Средние множественности заряженных частиц и топологические сечения для  $\pi p$ - и  $\pi n$ -взаимодействий были определены на основе 7102 случаев взаимодействия в пузырьковой камере, найденных при просмотре около 50 000 стереокадров (§ 3.1 и § 3.2). Значения средних множественностей заряженных частиц, образовавшихся в  $\pi p$ - и  $\pi n$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с, после внесения необходимых поправок, оказались равными  $\langle n_+ \rangle_{\pi p} = 5,62 \pm 0,04$  и  $\langle n_+ \rangle_{\pi n} = 5,32 \pm 0,04$ .

Анализ полученных экспериментальных распределений топологических сечений образования вторичных заряженных частиц в  $\pi p$ - и  $\pi n$ -взаимодействиях на основе разных полумпирических моделей показал,

что результаты вычислений по модели Ванга-1 находятся в наилучшем согласии с экспериментальными данными. В этой модели предполагается пуассоновское распределение пар рожденных заряженных частиц<sup>/22/</sup>.

Изучение процессов образования  $\Pi^0$ -мезонов в  $\Pi^-p$ - и  $\bar{\Pi}n$ -взаимодействиях было проведено на основе данных просмотра 45000 кадров, в результате которого было найдено 9144 событий с 11844  $\gamma$ -квантами. Среднее число  $\Pi^0$ -мезонов определялось по среднему числу  $\gamma$ -квантов при помощи соотношения  $\langle n_{\Pi^0} \rangle = \frac{\langle n_{\gamma} \rangle}{2}$ . При этом предполагалось, что единственным источником  $\gamma$ -квантов является распад  $\Pi^0$ -мезонов. По оценкам, доля  $\gamma$ -квантов от распадов  $\Sigma^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов не превышает 0,5%. Средние числа образования  $\Pi^0$ -мезонов в одном взаимодействии для  $\Pi^-p$ - и  $\bar{\Pi}n$ -столкновений оказались равными  $\langle n_{\Pi^0} \rangle_{\Pi^-p} = 2,43 \pm 0,05$  и  $\langle n_{\Pi^0} \rangle_{\bar{\Pi}n} = 2,23 \pm 0,05$  соответственно.

Исследование зависимости среднего числа  $\Pi^0$ -мезонов от множественности заряженных частиц, образованных в  $\Pi^-p$ - и  $\bar{\Pi}n$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с, показало, что с увеличением числа заряженных частиц в звезде имеет место рост  $\langle n_{\Pi^0} \rangle$ , т.е. наблюдается корреляция в испускании нейтральных и заряженных пионов.

Таким образом, из анализа полученных экспериментальных данных следует, что в  $\bar{\Pi}N$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с пары заряженных  $\Pi$ -мезонов рождаются независимо друг от друга, но имеется положительная корреляция в рождении заряженных и нейтральных пионов.

В § 3.3 приведены результаты исследования зависимости среднего числа  $V^0$ -частиц от множественности заряженных частиц, а также данные по полным инклюзивным сечениям рождения  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с. Для исследования процессов рождения  $V^0$ -частиц было использовано  $\sim 60000$  стереокадров. Количество измеренных  $\Pi^-p$ - и  $\bar{\Pi}n$ -событий и связанных с ними

$V^0$ -частиц приведено в таблице 3. В содержащихся в этой таблице числах  $V^0$ -частиц учтены эффективность просмотра и число неизмеримых  $V^0$ -событий.

Сечения рождения  $\Lambda^0$ -гиперонов [ $\sigma(\Lambda^0)$ ],  $K^0$ -мезонов [ $\sigma(K^0)$ ],  $\Lambda^0 K^0$ -пар [ $\sigma(\Lambda^0 K^0)$ ] и  $K\bar{K}$ -пар [ $\sigma(K\bar{K})$ ] в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях

Таблица 3

Тип взаимодействия	Число событий в эффективной области	$n_{V^0}$	$n_{\Lambda^0}$	$n_{K^0}$	$n_{\Lambda^0 K^0}$	$n_{K^0 K^0}$	$n_{\Lambda^0 K^0}$
$\Pi^-p$	7434	648,76	146,61	381,19	24,87	20,91	115,06
$\bar{\Pi}n$	2819	199,90	44,44	120,70	-	-	34,76

определялись путем нормировки истинных чисел соответствующих  $V^0$ -частиц и пар частиц на полное сечение взаимодействия  $\Pi^-$ -мезонов с молекулой пропана  $C_3H_8$  при  $p = 40$  ГэВ/с. Для перечисленных выше инклюзивных сечений были получены следующие значения:  $\sigma(\Lambda^0) = (1,57 \pm 0,20)$  мб;  $\sigma(K^0) = (5,20 \pm 0,71)$  мб;  $\sigma(\Lambda^0 K^0) = (0,89 \pm 0,25)$  мб;

$$\sigma(K\bar{K}) = (4,31 \pm 0,75) \text{ мб.}$$

Сопоставляя определенные в данной работе значения сечений образования  $\Lambda^0 K^0$ - и  $K\bar{K}$ -пар в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с с экспериментальными данными в области меньших значений импульсов (рис.3), можно заметить, что величина  $\sigma(\Lambda^0)$  возрастает, начиная от порога реакции до импульса 4 ГэВ/с, затем в интервале импульсов (4±25) ГэВ/с практически остается постоянной. При больших значениях импульса (25+40) ГэВ/с  $\sigma(\Lambda^0)$  снова начинает расти.

Сечения образования  $K\bar{K}$ -пар в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях в интервале импульсов (25+40) ГэВ/с продолжают монотонно возрастать с увеличением импульса первичной частицы.

Топологические сечения образования  $\Lambda^0$ -гиперонов,  $K^0$ -мезонов в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях приведены в таблице 4.

Таблица 4

$n_{\pm}$	$\sigma_n(\Lambda^0) \text{ мб}$	$\langle n_{\Lambda^0} \rangle$	$\sigma_n(K^0) \text{ мб}$	$\langle n_{K^0} \rangle$
0			$0,10 \pm 0,06$	$0,40 \pm 0,30$
2	$0,30 \pm 0,07$	$0,08 \pm 0,02$	$0,85 \pm 0,20$	$0,25 \pm 0,06$
4	$0,49 \pm 0,10$	$0,07 \pm 0,01$	$1,73 \pm 0,33$	$0,25 \pm 0,05$
6	$0,40 \pm 0,09$	$0,07 \pm 0,02$	$1,13 \pm 0,24$	$0,18 \pm 0,04$
8	$0,26 \pm 0,07$	$0,07 \pm 0,02$	$0,92 \pm 0,20$	$0,26 \pm 0,06$
10	$0,07 \pm 0,03$	$0,05 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,10$	$0,20 \pm 0,06$
12	$0,04 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,04$	$0,06 \pm 0,04$	$0,10 \pm 0,06$
14	$0,01 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,07$	$0,05 \pm 0,03$	$0,30 \pm 0,24$
16			$0,03 \pm 0,02$	$0,29 \pm 0,24$
по всем $n_{\pm}$	$1,57 \pm 0,20$	$0,07 \pm 0,01$	$5,20 \pm 0,75$	$0,24 \pm 0,04$

В работе /23/ было показано, что в рамках гипотезы масштабной инвариантности Фейнмана топологические сечения образования вторичных заряженных частиц в адрон-адронных столкновениях при высоких энергиях удовлетворяют следующему соотношению:

$$\langle n_{\pm} \rangle \frac{\sigma_n}{\sigma_{in}} = \Psi\left(\frac{n_{\pm}}{\langle n_{\pm} \rangle}\right),$$

где  $\Psi\left(\frac{n_{\pm}}{\langle n_{\pm} \rangle}\right)$  - функция, не зависящая от энергии,  $\sigma_n$  - топологическое сечение образования  $n_{\pm}$ -частиц,  $\sigma_{in}$  - полное инклюзивное сечение.

Для нейтральных вторичных частиц справедливо следующее соотношение /24/:

$$\langle n_{\pm} \rangle \frac{\sigma_{n_0}}{\sigma_{in}} = \Phi\left(\frac{n_{\pm}}{\langle n_{\pm} \rangle}\right),$$

где  $\Phi\left(\frac{n_{\pm}}{\langle n_{\pm} \rangle}\right)$  также не зависит от энергии,  $\sigma_{n_0}$  - сечение образования  $n_0$  нейтральных частиц при заданном значении  $n_{\pm}$ .

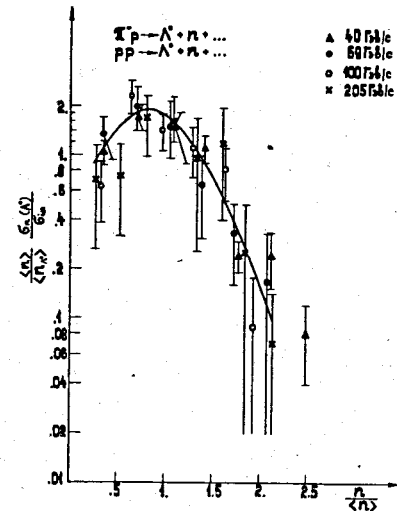


Рис.4а. Зависимость  $\frac{\langle n_t \rangle \sigma_n(\Lambda^0)}{\langle n_t \rangle \sigma_{in}}$  от  $Z = \frac{n_t}{\langle n_t \rangle}$  для  $\Lambda^0$ -гиперонов, образующихся в  $\Pi^-p$ - и  $pp$ -взаимодействиях.

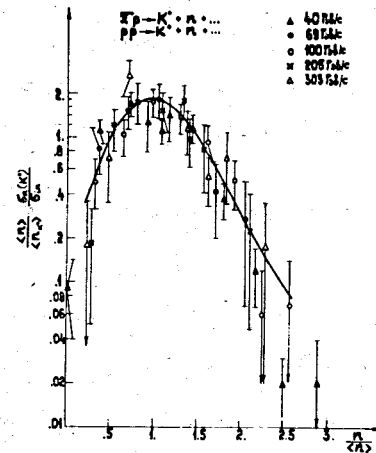


Рис.4б. Зависимость  $\frac{\langle n_t \rangle \sigma_n(K^0)}{\langle n_t \rangle \sigma_{in}}$  от  $Z = \frac{n_t}{\langle n_t \rangle}$  для  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^-p$ - и  $pp$ -взаимодействиях.

Проведенный в данной работе анализ (§ 3.4) распределений топологических сечений для  $\pi^+$ ,  $\pi^-$ ,  $\Lambda^0$ ,  $K^0$  - частиц, образованных в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с, совместно с имеющимися в литературе данными для  $pp$ -  $\Pi^+p$ - и  $pp$ -взаимодействий показывает, что скейлинг по множественности имеет место в широком интервале энергий (6,8+300) ГэВ и вид функций  $\Psi$  и  $\Phi$  в пределах экспериментальных погрешностей не зависит не только от энергии, но и от типа первичных частиц (рис.4 а,б) /25/.

Результаты исследования зависимости среднего числа  $K^0$ -мезонов и  $\Lambda^0$ -гиперонов от множественности вторичных заряженных частиц приведены в параграфе 3.4. Они указывают на отсутствие корреляции между средним числом странных нейтральных частиц и множественности вторичных заряженных частиц, образующихся в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p=40$  ГэВ/с.

В § 3.5 проводится совместный анализ множественных процессов, идущих с рождением странных нейтральных частиц, и процессов без образования странных частиц при помощи двухкомпонентной модели /26,27/.

Модель исходит из представления о существовании лидирующих частиц с возможной их диссоциацией при локальном сохранении изоспина, а также из предположения о некоррелированном рождении адронных ассоциаций.

Для лидирующих частиц мы ограничились рассмотрением простейших каналов диссоциации:

$$\begin{array}{lll} p \rightarrow p, & n \rightarrow n, & p \rightarrow \Lambda^0 k^+, \quad n \rightarrow \Lambda^0 k^0, \quad p \rightarrow p, \\ p \rightarrow p\pi^0, & n \rightarrow n\pi^0, & p \rightarrow \Sigma^+ k^+, \quad n \rightarrow \Sigma^+ k^0, \quad p \rightarrow \rho^+ \pi^+, \\ p \rightarrow p^+ n, & n \rightarrow p^- p, & p \rightarrow \Sigma^+ k^0, \quad n \rightarrow \Sigma^+ k^+, \quad p \rightarrow \rho^+ \pi^0. \end{array}$$

Для описания экспериментальных данных при  $p = 40$  ГэВ/с оказалось достаточным рассмотреть три типа адронных ассоциаций:

$$\begin{array}{l} \phi \rightarrow \pi^+ \pi^-; \quad \pi^0 \pi^0, \\ \omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0, \\ \Lambda \rightarrow K^+ K^-; \quad K^0 \bar{K}^0 \end{array}$$

с изоспином  $I = 0$ , которые рождаются статистически независимым путем и распределены по закону Пуассона. В рамках рассматриваемой модели было показано отсутствие корреляции среднего числа  $V^0$ -частиц и вторичных заряженных частиц и с хорошей точностью описаны экспериментальные распределения топологических сечений в  $\Pi^-N$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с.

В четвертой главе приводятся результаты исследования масштабных свойств одночастичных структурных функций  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с. Сведения об одночастичных структурных функциях для нейтральных странных частиц, образующихся в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях, до опубликования результатов исследований, положенных в основу данной диссертационной работы, относились лишь к области энергии  $E \leq 25$  ГэВ. В данной главе приводятся также данные об импульсных и угловых характеристиках нейтральных странных частиц, образованных в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с (§ 4.1). Эти данные дополняют сведения об инклюзивных спектрах и способствуют пониманию особенностей динамики взаимодействия.

В таблице 5 приведены средние значения полного, поперечного и продольного импульсов и  $\cos$  угла вылета  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов, полученные в данной работе. Значения средних поперечных импульсов  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов согласуются с фундаментальным эмпирическим фактом - постоянством поперечного импульса вторичных частиц в широком интервале энергий.

Таблица 5

Тип частицы	$\langle q_{\perp, \text{lab}} \rangle$ ГэВ/с	$\langle q_{\perp, \text{lab}} \rangle$ ГэВ/с	$\langle q_{\perp} \rangle$ ГэВ/с	$\langle \cos \theta_{\text{cm}} \rangle$ ГэВ/с	$\langle q_{\parallel} \rangle$ ГэВ/с	$\langle q_{\parallel} \rangle$ ГэВ/с	$\langle \cos \theta_{\text{cm}} \rangle$
$\Lambda^0$	$3,37 \pm 0,36$	3,28 0,37	$0,482 \pm 0,034$	$0,917 \pm 0,017$	$1,811 \pm 0,141$	$-1,481 \pm 0,141$	$-0,597 \pm 0,007$
$K^0$	$5,38 \pm 0,44$	$5,33 \pm 0,44$	$0,436 \pm 0,023$	$0,964 \pm 0,007$	$0,871 \pm 0,016$	$0,121 \pm 0,081$	$0,156 \pm 0,062$

Экспериментальные значения структурной функции

для  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^-$ -взаимодействиях, были аппроксимированы экспоненциальной зависимостью  $f(q_{\perp}^2) = A e^{-\frac{q_{\perp}^2}{\Lambda^2}}$ . Результаты этих вычислений вместе с имеющимися в литературе данными приведены в таблице 6.

Таблица 6

Тип реакции	Тип вторичных частиц	(ГэВ/с) <sup>2</sup>
$\Pi^- p$ 40 ГэВ/с	$K^0$	$4,06 \pm 0,50$
		$3,65 \pm 0,30$
$pp(21^+)$ ГэВ/с	$K^0$	$3,6 \pm 0,4$
		$3,6 \pm 0,4$
$pp$ 205 ГэВ/с	$K^0$	$3,9 \pm 0,9$
		$2,7 \pm 0,7$
$pp$ (500, 1100, 1500) ГэВ/с	$P$	3,3

Как видно из таблицы 5, параметры наклона для  $\Lambda^0$ - и  $K^0$ -частиц в широком интервале энергий не зависят от начального импульса и типа взаимодействующих частиц.

Зависимости структурных функций  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^-$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с и в  $pp$ -взаимодействиях при импульсах 24, 205 и 303 ГэВ/с,

$$f_{\Lambda^0}(x) = \frac{1}{\epsilon_{in} \pi \sqrt{s}} \frac{d\epsilon_{\Lambda^0}}{dx} \quad \text{и} \quad f_{K^0}(x) = \frac{1}{\epsilon_{in} \pi \sqrt{s}} \frac{d\epsilon_{K^0}}{dx},$$

от переменной  $x = \frac{2q_{\parallel}}{\sqrt{s}}$  приведены на рисунках 5 и 6. Наибольшего значения функция  $f_{\Lambda^0}(x)$  достигает в области фрагментации протонов мишени, указывая на то, что протонная фрагментация является основным источником  $\Lambda^0$ -гиперонов. Из рис.5 видно, что структурные функции  $f_{\Lambda^0}(x)$  для  $\Lambda^0$ -гиперонов, образующихся в  $\Pi^-$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с и в  $pp$ -взаимодействиях при  $p = 205$  ГэВ/с, в пределах ошибок совпадают.

Как видно из рис.6, структурные функции образования  $K^0$ -мезонов в  $\Pi^-$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с и в  $pp$ -взаимодействиях при  $p = 205$  и 303 ГэВ/с также совпадают и представляют собой быстроменяющуюся функцию с максимумом в  $x=0$ . Это обстоятельство указывает на то, что  $K^0$ -мезоны в большинстве случаев рождаются в центральной области.

В конце четвертой главы приводятся результаты анализа экспериментальных значений структурной функции  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^{\pm}p$ ,  $K^{\pm}p$ - и  $pp$ -взаимодействиях при  $x=0$ , для широкого интервала энергий в рамках феноменологии Мюллера-Редже. Для предасимптотических значений энергий в центральной области эта функция имеет вид  $\alpha + d q_{\perp, \text{lab}}^{-4}$ , где  $\alpha$  - и  $d$  - не зависящие от энергии параметры.

В заключительной главе коротко сформулированы основные результаты, полученные в данной работе. Все данные, относящиеся к процессам образования частиц в  $\Pi^-$ -мезон-нуклонных взаимодействиях, для столь высокой энергии  $\Pi^-$ -мезонов получены впервые.



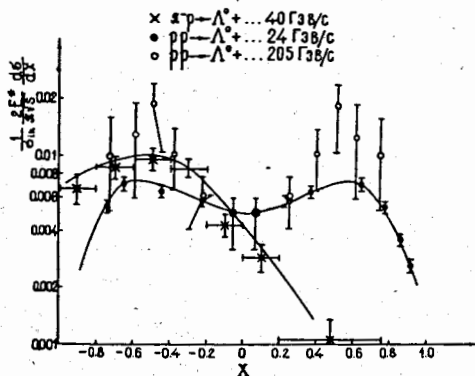


Рис.5. Зависимость структурной функции  $\frac{1}{G_{in}} \frac{dG}{dX}$  от  $X$  для  $\Lambda^0$ -гиперонов, образующихся в  $P^-p$ - и  $pp$ -взаимодействиях.

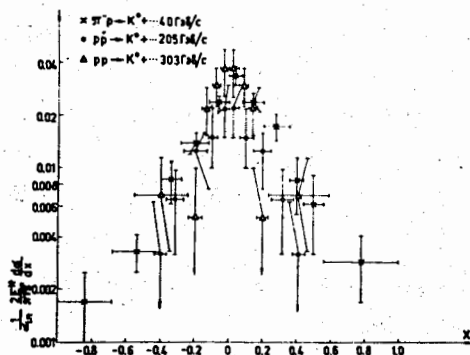


Рис.6. Зависимость структурной функции  $\frac{1}{G_{in}} \frac{dG}{dX}$  от  $X$  для  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $P^-p$ - и  $pp$ -взаимодействиях.

1. Организована обработка стереофотоснимков с пузырьковых камер. На базе измерительной полуавтоматической установки ПУОС-1 создана новая модернизированная установка ПУОС-М, обладающая улучшенными эксплуатационными качествами.

В Тбилиском государственном университете было организовано производство установок ПУОС-М. Всего было создано 15 таких приборов. Часть из них изготовлена по запросам Института физики Гр. ССР и АН Ар.ССР, Института физики Болгарской АН и др.

2. Создана измерительная система из шести полуавтоматических установок ПУОС-М, непосредственно связанных с ЭМ БЭСМ-4.

Система установок ПУОС-М на линии с ЭМ БЭСМ-4 успешно эксплуатируется в ТГУ с начала 1973 года. Два основных фактора, - непосредственный ввод данных в ЭМ без промежуточного накопления на перфоленте и использование принципа обратной связи для программного контроля операторами - примерно в 2,5 раза повысили производительность измерительного комплекса ТГУ.

3. В итоге проведенных работ в Тбилиском государственном университете - впервые среди университетов СССР - был организован измерительный центр по обработке пленочной информации. Создание указанного комплекса дало возможность физикам ТГУ участвовать в фундаментальных исследованиях в области физики элементарных частиц, проводимых на крупных ускорителях СССР, и обеспечить подготовку специалистов на более высоком уровне.

4. Проведен анализ методических возможностей двухметровой пропановой камеры ДПК-500. Определены эффективности просмотра для событий с разными топологиями. Проанализированы возможные источники потерь в числе взаимодействий, нейтральных частиц и определены соот-

ветствующие поправки. Сформулированы критерии разделения взаимодействий в пропановой камере на  $\Pi^-p$ ,  $\pi^+p$  и  $\Pi^+C$ -события. Определены точности измерений углов и импульсов вторичных частиц.

5. Найдены топологические сечения неупругих  $\Pi^-p$  и  $\pi^+p$ -взаимодействий для вторичных заряженных, нейтральных  $\Pi$ -мезонов,  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с. Измерены средние множественности вторичных заряженных частиц,  $\Pi^0$ -мезонов и нейтральных странных частиц -  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов.

Обнаружен рост средней множественности  $\Pi^0$ -мезонов с увеличением числа вторичных заряженных частиц, т.е. наблюдается корреляция в испускании нейтральных и заряженных пионов. Установлено, что средние числа  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов не зависят от множественности заряженных частиц. Это указывает на отсутствие корреляции в механизме испускания нейтральных странных и заряженных частиц в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с.

6. Определены сечения рождения нейтральных странных частиц  $\Lambda^0$ -гиперонов,  $K^0$ -мезонов,  $K\bar{K}$ - и  $\Lambda^0 K^0$ -пар в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с.

Найдено, что с увеличением импульса налетающего  $\Pi^-$ -мезона от 25 ГэВ/с до 40 ГэВ/с нарушается наблюдавшееся ранее постоянство  $\sigma(\Lambda^0)$  в интервале импульсов (6-25) ГэВ/с,  $\sigma(\Lambda^0)$  начинает расти с увеличением начальной энергии. Сечение рождения  $K\bar{K}$ -пар в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях в интервале импульсов (25-40) ГэВ/с продолжает расти с ростом импульса налетающего  $\Pi^-$ -мезона.

7. Проведено исследование корреляции по множественности странных нейтральных и заряженных частиц. При 40 ГэВ/с в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях, в пределах экспериментальных ошибок, искомая корреляция не обнаружена.

8. Сопоставление экспериментальных распределений топологических сечений по множественности вторичных заряженных частиц, образующихся в  $\pi N$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с, с разными теоретическими моделями указывает на пуассоновское распределение кластеров, а не отдельных вторичных частиц.

9. С целью описания экспериментальных данных по многочастичным состояниям с нейтральными странными частицами, образованными в  $\pi N$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с, была использована теоретическая модель, опирающаяся на представление о существовании диссоциации лидирующих частиц с локальным сохранением изоспина, а также на предположение о некоррелированном рождении адронных ассоциаций. В рамках этой модели получены распределения по числу заряженных частиц в виде суперпозиции пуассоновских функций. Предсказывается корреляция между множественным рождением  $\Pi^0$ - и  $\Pi^-$ ,  $K^+$  - и  $K^-$  - мезонов. Подтверждаются экспериментальные данные об отсутствии корреляции между средним числом  $V^0$ -частиц и множественностью вторичных заряженных частиц.

10. Установлено, что имеющиеся экспериментальные данные по множественности  $\Pi^\pm$ ,  $\Pi^0$ -,  $K^0$ -мезонов и  $\Lambda^0$ -гиперонов, образовавшихся в  $\Pi^-p$ -,  $pp$ - и  $pp$ -столкновениях в широком интервале импульсов (6,8+300) ГэВ/с, не противоречат КНО-скейлингу. Вид скейлинговых функций  $\Psi$  и  $\Phi$  в пределах экспериментальных погрешностей не зависит от типа первичных частиц ( $P$ ,  $\Pi$ ,  $\bar{P}$ ).

11. Определены угловые и импульсные характеристики  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов, образованных в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с. Полученные в данной работе значения средних поперечных импульсов  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов подтверждают фундаментальный эмпирический факт о постоянстве и малости среднего поперечного импульса вторичных частиц в широком интервале энергий взаимодейст-

вия. Сопоставление значений средних поперечных импульсов для  $\Lambda^0$ -гиперонов,  $K^0$ -мезонов и пионов указывает на зависимость среднего поперечного импульса от массы вторичной частицы.

12. Установлено, что распределение  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов по квадрату поперечного импульса при 40 ГэВ/с описывается экспоненциальной функцией вида  $\sim e^{-bq_T^2}$ . Сопоставление полученных в данной работе результатов с аналогичными данными при других энергиях показало, что в широком интервале энергии параметры наклонов для распределений  $\Lambda^0$ - и  $K^0$ -частиц в пределах экспериментальных ошибок постоянны и приблизительно равны  $4 \text{ (ГэВ/с)}^{-2}$ .

13. Определены одночастичные структурные функции для  $\Lambda^0$ -гиперонов и  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^-p$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с,  $f_{\Lambda^0}(x)$  и  $f_{K^0}(x)$ . Структурная функция  $f_{\Lambda^0}(x)$  достигает наибольшего значения в области фрагментации протона-мишени  $x \leq 0$ . Структурные функции  $f_{\Lambda^0}(x)$  для  $\Pi^-p$ -взаимодействий при 40 ГэВ/с и  $pp$ -взаимодействий при 205 ГэВ/с в области  $x \leq 0$  имеют одинаковый вид и в пределах ошибок опыта совпадают.

Структурная функция  $f_{K^0}(x)$  симметрична относительно  $x=0$  и в пределах ошибок в центральной области имеет одни и те же значения для  $K^0$ -мезонов, образующихся в  $\Pi^-p$ - и  $pp$ -взаимодействиях в интервале импульсов  $40 \pm 303 \text{ ГэВ/с}$ .

14. Показано, что экспериментальные значения структурной функции для  $K^0$ -мезонов, образованных в  $\Pi^\pm p$ ,  $K^\pm p$ - и  $pp$ -взаимодействиях при  $x=0$  в широком интервале импульсов (30–1500) ГэВ/с, хорошо описываются зависимостью  $\alpha + \alpha' p_{\perp}^{-1}$ , вытекающей из феноменологии Мюллера-Редже для предасимптотической области энергий. В рамках этой модели не подтверждается достижение структурной функцией для  $K^0$ -мезонов предельного значения даже при энергиях  $ISR$ .

Работы, положенные в основу диссертации, были опубликованы в период 1968–1974 гг в журналах "Труды Тбилисского университета", "Сообщения АН Гр.ССР", "Ядерная физика", "Nuclear Physics", "Physics Letters", в препринтах ОИЯИ и ТГУ /7-10,13,15-22,25,27/ и докладывались на международных конференциях по физике высоких энергий в Амстердаме (1971 г.), Оксфорде (1972 г.), Батавии (1972г), Экс-ан-Провансе (1973 г.), Лондоне (1974 г.) и на Международном семинаре по глубоконеупругим процессам в Дубне (1973 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. В.С.Мурзин, Л.И.Сарычева. Космические лучи и их взаимодействие. Атомиздат, Москва, 1968;  
В.С.Мурзин, Л.И. Сарычева. Множественные процессы при высоких энергиях. Атомиздат, Москва, 1974.
2. Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков. Введение в теорию квантовых полей. Наука, Москва, 1973.
3. А.А. Logunov, М.А. Mestvirishvili, Nguqen Van Hieu. Phys.Lett. 25B, 611, 1967;  
А.А. Логунов, М.А. Мествиришвили, О.А. Хрусталеv. ЭЧАЯ, 8, 3, 1972.
4. R. P. Feynman. Phys. Rev. Lett. 23, 1415, 1969.
5. J. Beneke, T. T. Chou, C. N. Yang, E. Jen. Phys. Rev. 188, 2159, 1969.
6. Н.Ф.Маркова, В.И.Морозов, Г.И.Тентикова. Препринт ОИЯИ, 10-3627, Дубна, 1967;  
З.М.Иванченко. Препринт ОИЯИ, 10-6147, Дубна, 1971;  
н.Н.Говорун. Препринт ОИЯИ, 1005, Дубна, 1965;  
В.М.Карнаухов, А.Ф.Лукьянцев и др. препринт ОИЯИ, 10-6129, Дубна, 1971.
7. Н.С.Амаглобели, Ц.И.Иоселиани и др. Препринт ОИЯИ, 10-4147, Дубна, 1968.
8. Н.С.Амаглобели, Ц.И.Иоселиани и др. Труды ТГУ, т.4, 71, 1972.
9. Н.С.Амаглобели, Ц.И.Иоселиани, Т.Г.Пицхелаури и др. Всесоюзная научная конференция, посвященная 50-летию установления советской власти в Грузии, 1971 г. Сб. докладов, из-во ТГУ, 1974.
10. Н.С.Амаглобели, Ц.И. Иоселиани и др. Сообщения АН Гр.ССР, 73, 2, 1974.
11. Н.Г.Борисов, С.Высочил, А.М.Кашехлебов и др. Препринт ОИЯИ, 10-5632, Дубна, 1971.
12. В.Я.Алмазов, И.А.Голутвин, В.Д.Цикин и др. Препринт ОИЯИ, 1352, Дубна, 1963.
13. Н.С.Амаглобели, О.Ш.Асатиани и др. Автоматизация научных исследований. Изд-во "Знание", Рига, 1972, стр.202.
14. Н.Н.Говорун, В.В.Ермолаев, Ц.И.Иоселиани и др. Сообщения АН Гр.ССР, 63, 2, 1971;

- В.В.Ермолаев, Ц.И.Иоселиани, Ю.А.Каржавин и др. Препринт ОИЯИ, 10-5973, Дубна, 1971.
15. Л.Н.Абесалашвили, Н.С.Амаглобели, Д.В.Герсамия и др. Сообщения АН Гр.ССР, 75, №2, 317, 1974.
16. А.У. Абдурахимов, Н.Ангелов, ..... , Н.С.Амаглобели и др. Препринт ОИЯИ, P1-6277, Дубна, 1972; Phys.Lett, 39B №4, 571, 1972
17. Л.Н.Абесалашвили, Н.С.Амаглобели, Д.В.Герсамия и др. Сообщения АН Гр.ССР, 75, №3, 577, 1974.
18. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, ..... , Н.С.Амаглобели и др. Препринт № 14 11/УИ/РН Ин-та ядерных исследований, Варшава, 1972; Nuclear Phys. , B52, 414, 1973.
19. А.У. Абдурахимов, Н.Ангелов, ..... , Н.С.Амаглобели и др. Препринт ОИЯИ P1-6928, Дубна, 1973; ЯФ, 17, №6, 1235, 1973; Nucl. Phys., B63, 114, 1973.
20. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, ..... , Н.С.Амаглобели и др. Препринт ОИЯИ P1- 7267, Дубна, 1973; ЯФ, 18 №6, 1251, 1973.
21. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, .... , Н.С. Амаглобели и др. Препринт ОИЯИ, P1-6491, Дубна; ЯФ, 16, № 6, 989, 1972.
22. C. P. Wang. Phys. Rev., 180, 1463, 1969.
23. Z. Koba, H. V. Nielsen and P. Olesen. Nucl. Phys., B40, 317, 1972.
24. F. T. Dao, J. Whitmore. Phys. Lett, B47, 252, 1973.
25. Н.С.Амаглобели, В.Г.Гришин, С.В.Джмухадзе и др. Препринт ОИЯИ P1-8141, Дубна, 1974.
26. V. G. Grishin, G. Jancso, S. P. Kuleshov et. al. Lett. Nuovo Cim., 8, 590, 1973.
27. Н.С.Амаглобели, В.К.Митрошкин, А.Н.Сисакян, Э.Т.Цивцивадзе. Препринт ОИЯИ P2-7752, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 февраля 1975 г.