

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Д-419

1-81-795

ДЖМУХАДЗЕ

Соломон Валерьянович

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ
ОБРАЗОВАНИЯ НЕЙТРАЛЬНЫХ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ
И γ -КВАНТОВ В π -НИ π С-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $P=40$ ГэВ/с

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1981

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований и в Институте физики высоких энергий Тбилисского государственного университета.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

КЛАДНИЦКАЯ
Евгения Николаевна

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

ГЛАГОЛЕВ
Виктор Викторович

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

ЛОМАКИН
Юрий Филиппович

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ, Москва

Автореферат разослан "___" _____ 1982 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1982 г. в "___" час.

на заседании Специализированного совета Д-047.01.02 при Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна, Московской области, Лаборатория высоких энергий ОИЯИ, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

М. Ф. ЛИХАЧЕВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время большое внимание уделяется исследованиям процессов множественного рождения при высоких энергиях. Изучение этих процессов успешно ведется на крупных ускорителях мира. Оно дает важную информацию для выяснения структуры адронов и построения теории сильного взаимодействия. Исследования взаимодействий частиц при высоких энергиях выявили некоторые эмпирические закономерности множественных процессов и стимулировали создание ряда приближенных теоретических подходов и феноменологических моделей, которые дают возможность объяснить различные свойства многочастичных реакций. Большое значение имеют закономерности, установленные при изучении специального класса множественных процессов — так называемых инклюзивных процессов.

Изучение инклюзивных процессов образования нейтральных странных частиц и χ -квантов весьма актуально при исследовании неупругого взаимодействия частиц. Важными моментами в этих исследованиях являются определение сечения образования исследуемых вторичных частиц, их множественности и средних физических характеристик, а также изучение инклюзивных спектров, которые помогают понять механизм сильного взаимодействия адронов, приводящий к образованию нейтральных странных частиц и π^0 -мезонов.

Цель работы

- 1) Изучение рождения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в π^-p , π^-n и π^-C -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с;
- 2) Экспериментальное исследование многоуклонных π^-C -взаимодействий с образованием двух Λ -гиперонов и сравнение полученных результатов с предсказаниями кварковой модели;
- 3) Изучение поляризации Λ -гиперонов в реакции π^- -пропан при 40 ГэВ/с;
- 4) Анализ множественности и инклюзивных спектров χ -квантов в π^-p -взаимодействиях с образованием странных частиц.

Новизна работы. Впервые при энергии 40 ГэВ изучалось образование $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в π^-p , π^-n и π^-C -взаимодействиях. Определены сечения образования $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в этих реакциях и проанализированы их некоторые инклюзивные распределения. Впервые получены результаты, характеризующие многоуклонные π^-C -взаимодействия с образованием двух Λ -гиперонов. Впервые определена поляризация Λ -гиперонов в реакции $\pi^- + C_3H_8$ при 40 ГэВ/с и выявлена ее зависимость

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

от поперечной компоненты импульса Λ -частиц. Впервые исследовано совместное рождение нейтральных странных частиц и γ -квантов.

Научная ценность работы. Получен и проанализирован большой экспериментальный материал по π^+p , π^-n и π^-C -взаимодействиям с образованием нейтральных странных частиц и γ -квантов.

Результаты, полученные при изучении инклюзивных π^+p , π^-n и π^-C -реакций с образованием $\bar{\Lambda}$ -гиперонов, имеют самостоятельное значение, а кроме того, дают возможность более последовательно проследить энергетическую зависимость различных характеристик $\pi^+p \rightarrow \bar{\Lambda} + \dots$ реакций, поскольку в интервале импульсов 25+100 ГэВ/с нет экспериментальных данных. Информация по π^-n и π^-C взаимодействиям с рождением $\bar{\Lambda}$ -гиперонов при высоких энергиях вообще отсутствует.

Проведенный анализ π^-C -взаимодействий с рождением двух Λ -гиперонов имеет большое значение, так как дал возможность получить характеристики многонуклонных взаимодействий в ядре углерода.

Научную ценность представляют результаты, полученные при исследовании поляризации Λ -гиперонов, в частности, зависимость поляризации от поперечного импульса Λ -гиперонов. Это интересное явление ставит новый вопрос перед теорией сильных взаимодействий элементарных частиц. Работ по исследованию зависимости поляризации от поперечной компоненты импульса Λ -частицы в реакциях, вызванных π^- -мезонами в интервале импульсов 15+100 ГэВ/с, нет совсем.

Проведено исследование влияния рождения нейтральных странных частиц на характеристики π^0 -мезонов в π^+p -взаимодействиях.

Практическая ценность работы. Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы при планировании новых экспериментов по адрон-адронным и адрон-ядерным взаимодействиям на ускорителях и для развития моделей и теоретических подходов к процессам множественного рождения при высоких энергиях.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на совещаниях сотрудничества по изучению взаимодействий на снимках с 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ОИЯИ, на сессиях Отделения ядерной физики АН СССР в 1979 г. и на Международной конференции по физике высоких энергий в Мэдисоне (США) в 1980 г.

Публикации. Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 4 статьях в журнале "Ядерная физика" и в виде препринтов ОИЯИ.

Объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, изложенных на 100 страницах, включая 9 таблиц и 29 рисунков. Список литературы насчитывает 72 наименования.

Автор защищает:

1. Участие в обработке экспериментального материала, составившего ~ 80 тыс. снимков, полученных с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ при облучении ее π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе У-70.

2. Результаты исследования рождения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в π^+p , π^-n и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с: сечения образования, средние множественности и инклюзивные распределения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в этих взаимодействиях.

3. Результаты анализа рождения двух Λ -гиперонов в многонуклонных π^-C -взаимодействиях и сравнение полученных экспериментальных данных с расчетами по модели кварков.

4. Результаты анализа поляризации Λ -гиперонов в π^- -пропан взаимодействиях при 40 ГэВ/с.

5. Результаты исследований образования γ -квантов в π^+p -взаимодействиях с рождением нейтральных странных частиц.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении отмечается актуальность изучения процессов множественного рождения частиц, излагается инклюзивный подход к изучению многочастичных процессов, его роль в изучении динамики процессов множественного рождения частиц, а также возможность исследования этих процессов в рамках кварковой модели. Сформулирована основная цель работы: изучение π^+p , π^-n и π^-C -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с с рождением нейтральных странных частиц и π^0 -мезонов.

В первой главе описывается методика получения и обработки данных с двухметровой пропановой пузырьковой камерой ДПК-500 ЛВЭ ОИЯИ*, облученной в пучке π^- -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. Даны основные характеристики камеры. Изложены этапы обработки экспериментального материала. Уделено внимание отбору и идентификации V^0 -событий, их измерению и обсчету.

Отобранные во время просмотра события измерялись на полуавтоматах типа "ПУОС", работающих на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Обсчет событий производился на ЭВМ CDC 1604 А по программе "ГЕОФИТ". Эта программа кроме восстановления геометрической картины V^0 -события и определения физических параметров, осуществляет кинематическую интерпретацию всего V^0 -события. В заключение формировалась лента суммарных результатов (ЛСР) с учетом эффективной области регистрации звезд, V^0 -частиц и γ -квантов.

* Balandin M.P., Soloviev M.I., Shkobin Yu.M. Nucl. Instr. and Methods, 1963, v.20, p.110.

Так как не все образовавшиеся V^0 -частицы и γ -кванты распадаются (конвертируют) в эффективной области камеры, а также имеют их потери вблизи звезды (из-за перепутывания с треками звезды) и в направлении ко дну камеры (из-за недостаточного освещения донной части камеры), а V^0 -частицы, кроме того, распадаются по нейтральным каналам, были определены поправки, связанные с этими потерями V^0 -частиц и γ -квантов.

В табл. I приведены значения этих поправок

Таблица I

Тип вз.	$\langle W_\gamma \rangle$	$\langle W_\Lambda \rangle$	$\langle W_{K^0} \rangle$	$\langle W_{\bar{\Lambda}} \rangle$
π^-p	$4,98 \pm 0,05$	$2,25 \pm 0,13$	$2,07 \pm 0,10$	$2,39 \pm 0,16$
π^-n	-	$1,95 \pm 0,23$	$2,08 \pm 0,16$	$2,22 \pm 0,67$
π^-C	-	$2,13 \pm 0,13$	$1,96 \pm 0,10$	$2,17 \pm 0,27$

Во второй главе представлены результаты изучения образования $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в π^-p , π^-n и π^-C -взаимодействиях. После измерения и идентификации V^0 -событий, отобранных при просмотре приблизительно 80 тыс. снимков, получено 78 $\bar{\Lambda}$ -гиперонов и 146 неоднозначно идентифицированных ($\bar{\Lambda} \sim K^0$)-частиц. Разделение ($\bar{\Lambda} \sim K^0$)-частиц произведено было с помощью спектра эффективных масс системы ($\bar{p}\pi^+$) и распределения по поперечным импульсам π^+ -мезонов в системе покоя $\bar{\Lambda}$ -гиперона. Кроме того, была проведена статистическая оценка доли $\bar{\Lambda}$ -гиперонов среди ($\bar{\Lambda} \sim K^0$)-частиц с помощью углового распределения отрицательной компоненты распада V^0 -частиц. В целом в статистику $\bar{\Lambda}$ -гиперонов вошло (35 ± 5)% частиц из группы ($\bar{\Lambda} \sim K^0$).

Определены сечения образования $\bar{\Lambda}$ -гиперонов по формулам

$$\sigma_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-p} = \frac{3\sigma_{in}^{\pi^-12C} + 8\sigma_{in}^{\pi^-p}}{N_{in}^{C_3H_8}} \cdot \frac{\alpha N_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-p}}{8}$$

$$\sigma_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-12C(\pi^-C)} = \frac{3\sigma_{in}^{\pi^-12C} + 8\sigma_{in}^{\pi^-p}}{N_{in}^{C_3H_8}} \cdot \frac{N_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-12C(\pi^-C)}}{3}$$

где $\sigma_{in}^{\pi^-p} = 21,38 \pm 0,16$ мб, $\sigma_{in}^{\pi^-12C} = 179 \pm 2$ мб, $N_{in}^{C_3H_8}$ - полное число неупругих взаимодействий в пропане, α - доля взаимодействий π^- -мезонов со свободными протонами в пропане $\alpha = 0,56 \pm 0,01$. Символ π^-12C относится ко всем взаимодействиям π^- -мезонов с ядром углерода. Взаимодействия с ядром углерода без учета взаимодействий с квазисвободными нуклонами ядра обозначаются как π^-C . Для получения $\sigma_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-n}$ использовался

другой метод: определение инклюзивного сечения через $\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle^{\pi^-n}$ и $\sigma_{in}^{\pi^-n}$ по формуле: $\sigma_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-n} = \langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle^{\pi^-n} \cdot \sigma_{in}^{\pi^-n}$,

где $\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle^{\pi^-n} = \frac{N_{\bar{\Lambda}}^{\pi^-n}}{N_{in}^{\pi^-n}}$ - среднее число $\bar{\Lambda}$ -гиперонов на одно неупругое взаимодействие, а $\sigma_{in}^{\pi^-n} = 19,8 \pm 0,3$ мб.

Полученные значения инклюзивных сечений рождения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов приведены в табл. 2. Там же даны средние числа $\bar{\Lambda}$ -гиперонов $\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle$, приходящихся на одно неупругое взаимодействие.

Таблица 2

Тип вз.	$n_{\bar{\Lambda}}$	$\langle W \rangle$	$N_{\bar{\Lambda}}$	$\sigma_{\bar{\Lambda}} (\mu\text{б})$	$\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle$
π^-p	51	$2,39 \pm 0,16$	122 ± 19	$0,17 \pm 0,03$	$0,008 \pm 0,002$
π^-n	II	$2,22 \pm 0,67$	25 ± 10	$0,08 \pm 0,03$	$0,004 \pm 0,002$
π^-C	69	$2,17 \pm 0,27$	150 ± 26	$1,03 \pm 0,18$	$0,011 \pm 0,002$
π^-12C			230 ± 30	$1,56 \pm 0,21$	$0,008 \pm 0,001$

Значения $\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle$ в π^-p и π^-12C -взаимодействиях совпадают.

Энергетическая зависимость сечений образования $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в π^-p -столкновениях в интервале импульсов налетающего π^- -мезона от 15 до 360 ГэВ/с показана на рис. 1.

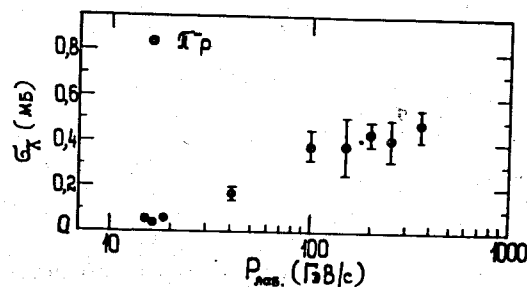


Рис. I
Энергетическая зависимость инклюзивных сечений для реакции $\pi^-p \rightarrow \bar{\Lambda} + \dots$

Исследовались некоторые инклюзивные распределения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов. На рис. 2 приведено распределение по продольной быстрой $y^* = \frac{1}{2} \ln \frac{E^* + P_z^*}{E^* - P_z^*}$ для π^-p и π^-12C -взаимодействий. Вид-

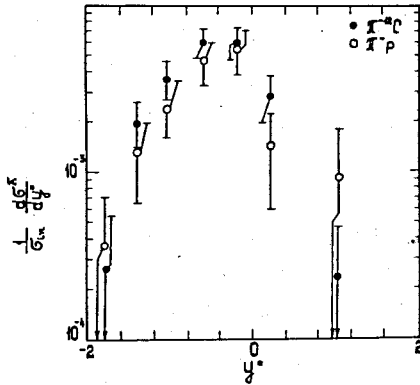


Рис. 2
Нормированные распределения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов по продольной быстрой для π^-p -и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействий

но, что $\bar{\Lambda}$ -гипероны в основном образуются при малых y^* , что указывает на малую роль фрагментации сталкивающихся частиц в рождении $\bar{\Lambda}$ -гиперонов.

Нормированные инвариантные сечения

$$\frac{1}{\sigma_{in}} F_1^{\bar{\Lambda}}(x) = \frac{1}{\sigma_{in}} \int \frac{2E^*}{\pi\sqrt{s}} \frac{d\sigma}{dx dp_1^2} dp_1^2,$$

где $x = \frac{2P_{||}^*}{\sqrt{s}}$; E^* , $P_{||}^*$ - энергия и продольный импульс $\bar{\Lambda}$ -гиперона в с.ц.м. (π^-p); P_{\perp} - поперечный импульс, \sqrt{s} - полная энергия в с.ц.м. (π^-p), для π^-p и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействий в пределах ошибок совпадают (рис. 3).

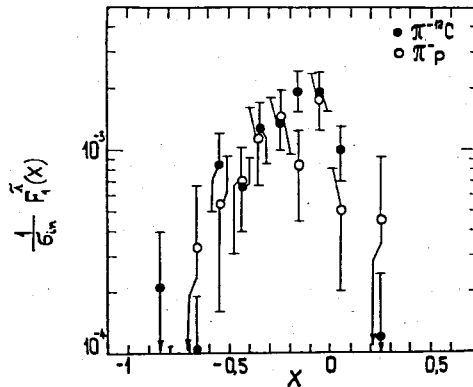


Рис. 3
Нормированные распределения $F_1(x)$ для $\bar{\Lambda}$ -гиперонов для π^-p -и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействий

Были найдены экспериментальные значения структурной функции

$$\frac{1}{\sigma_{in}} F_2^{\bar{\Lambda}}(P_{\perp}^2) = \frac{1}{\sigma_{in}} \int \frac{2E^*}{\pi\sqrt{s}} \frac{d\sigma}{dx dP_{\perp}^2} dx$$

для $\bar{\Lambda}$ -гиперонов, образованных в π^-p -и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с. Найденные экспериментальные значения $F_2^{\bar{\Lambda}}(P_{\perp}^2)$ были аппроксимированы функциями вида $F_2(P_{\perp}^2) = A e^{-B P_{\perp}^2}$ и получены следующие параметры наклона:

$$B = (3,60 \pm 0,38) (1 \text{ ГэВ/с})^{-2} \text{ для } \pi^-^{12}C \text{-взаимодействий}$$

$$B = (4,85 \pm 0,67) (1 \text{ ГэВ/с})^{-2} \text{ для } \pi^-p \text{-взаимодействий}$$

для интервале $0 < P_{\perp}^2 < 0,5$. Значения функций $\frac{1}{\sigma_{in}} F_2(P_{\perp}^2)$ для π^-p -и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействий тоже совпадают в пределах ошибок.

Все это свидетельствует о малом влиянии ядра углерода на рождение $\bar{\Lambda}$ -гиперонов.

Третья глава посвящена изучению рождения двух Λ -гиперонов в π^-C -взаимодействиях при 40 ГэВ/с. Так как вероятность образования двух Λ -гиперонов π^- -мезонами на одном нуклоне при умеренно высоких энергиях близка к нулю, то π^-C -взаимодействия с двумя Λ можно считать многонуклонными. В этой главе приводятся экспериментальные данные о многонуклонных π^-C -взаимодействиях, выделенных по присутствию двух Λ -гиперонов. Было найдено 17 событий с двумя Λ -гиперонами, 3 с 2Λ и $1K$ и одно событие с 2Λ и $2K^0$ -мезонами. После введения всех поправок эти данные соответствуют 93 событиям с 2Λ -гиперонами.

В табл. 3 приведены характеристики π^-C -событий с одним и двумя Λ -гиперонами, в также всех неупругих π^-C -взаимодействий.

Таблица 3

Величина	π^-C с двумя Λ	π^-C с Λ	π^-C все
$\langle n_{-} \rangle$	$3,44 \pm 0,27$	$3,67 \pm 0,06$	$3,54 \pm 0,02$
$\langle n_{\Lambda} \rangle$	2	1	$0,110 \pm 0,006$
$W_{\Lambda\Lambda}$	1	$0,063 \pm 0,016$	$0,0069 \pm 0,0014$
$\langle P_{ }^{\Lambda} \rangle_{\text{с.д.б}}$	$3,08 \pm 0,42$	$3,16 \pm 0,12$	-
$\langle P_{\perp}^{\Lambda} \rangle$	$0,613 \pm 0,046$	$0,515 \pm 0,011$	-
$\langle P_{\perp}^{\Lambda} \rangle_{\text{с.д.б}}$	$3,24 \pm 0,41$	$3,26 \pm 0,12$	-

Экспериментальные результаты сравниваются с предсказаниями двух вариантов кварковой модели - Николаева Н.Н. и Шабельского Ю.И. Согласно представлению о кварковой структуре адронов, π^- -мезон состоит из

двух пространственно разделенных кварков. В соударениях с нуклонами, как правило, участвует только один из них, а второй остается спектатором. В соударениях с ядрами во взаимодействиях могут участвовать оба кварка. Вариант А предполагает, что в соударениях с ядрами генерация вторичных частиц происходит так же, как в кварк-нуклонных взаимодействиях; различие может быть только за счет перераспределения сравнительно медленных вторичных частиц на ядерных нуклонах, т.е. за счет внутриядерного каскада. Вариант В предполагает взаимодействие кварка с несколькими отдельными нуклонами (одновременно или последовательно).

Предсказания вариантов А и В кварковой модели для вероятности образования двух Λ -гиперонов и средних множественностей отрицательных частиц в π^-C взаимодействиях приведены в таблице 4 вместе с экспериментальными данными.

Таблица 4

Величина	Эксперимент	Вариант А	Вариант В
$W_{\Lambda\Lambda}^{\pi^-C}$	$0,0069 \pm 0,0014$	$0,0031 \pm 0,0006$	$0,0039 \pm 0,0008$
$\langle n_{-} \rangle^{\pi^-C}$	$3,54 \pm 0,02$	3,44	3,62
$\langle n_{-} \rangle^{\pi^-C \text{ с } \Lambda}$	$3,67 \pm 0,06$	3,95	3,96
$\langle n_{-} \rangle^{\pi^-C \text{ с } 2\Lambda}$	$3,44 \pm 0,27$	4,10	4,53

Как видно из таблицы, оба варианта кварковой модели дают меньшее значение доли π^-C -событий с двумя Λ -гиперонами, чем наблюдается на эксперименте. Оба варианта предсказывают увеличение средних множественностей вторичных отрицательных частиц при переходе от π^-C -взаимодействий к π^-C с Λ и π^-C с 2Λ , что на опыте не наблюдается.

Среднее число Λ -гиперонов в π^-C -событиях, предсказываемое вариантом В кварковой модели, равно $\langle n_{\Lambda} \rangle^{\pi^-C} = 0,106 \pm 0,011$, что находится в хорошем согласии с экспериментом. Из варианта А модели следует, что около 30% Λ -гиперонов в π^-C -взаимодействиях рождаются в каскадных процессах, а это должно привести к уменьшению $\langle P_{\parallel}^{\Lambda} \rangle$ в π^-C -взаимодействиях примерно на 20% по сравнению с π^-N -соударениями. В варианте В заметного изменения $\langle P_{\parallel}^{\Lambda} \rangle$ не ожидается. Экспериментальные данные по $\langle P_{\parallel}^{\Lambda} \rangle$ не позволяют сделать выбора между этими двумя вариантами.

В четвертой главе приводятся результаты исследования поляризации Λ -гиперонов в π^- -пропан взаимодействиях. Как известно, распределение протонов от распада Λ -гиперонов в системе покоя Λ -гиперона должно иметь следующий вид:

$$f(\cos\theta) = \frac{1}{2}(1 + \alpha |\vec{P}_{\Lambda}| \cos\theta),$$

где θ - угол между направлением вылета протона в системе покоя Λ -гиперона и выбранным направлением в пространстве. Система координат, которая принималась в нашем случае, следующая: ось X - нормаль к плоскости рождения, $\vec{n} = \frac{[\vec{P}_{\pi^-} \times \vec{P}_{\Lambda}]}{|\vec{P}_{\pi^-} \times \vec{P}_{\Lambda}|}$,

ось Y - направление импульса Λ -гиперона в лабораторной системе, а ось Z выбрана перпендикулярно этим двум осям так, чтобы образовывать с ними правую систему координат. \vec{P}_{Λ} - вектор поляризации Λ -гиперона, $\alpha = 0,647$ - распадный параметр, $1/2$ - нормировочный коэффициент. Определение поляризации относительно направления нормали к плоскости рождения для реакций:

$$\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \dots \quad (1)$$

$$\pi^- + n \rightarrow \Lambda + \dots \quad (2)$$

$$\pi^- + C \rightarrow \Lambda + \dots \quad (3)$$

$$\pi^- + C_3H_8 \rightarrow \Lambda + \dots \quad (4)$$

дали следующие результаты:

$$P_1 = -(0,14 \pm 0,12)$$

$$P_2 = -(0,32 \pm 0,24)$$

$$P_3 = -(0,22 \pm 0,09)$$

$$P_4 = -(0,22 \pm 0,07).$$

Поляризация Λ -гиперонов для реакции $\pi^- + C_3H_8$ относительно направления полета Λ -гиперонов в лабораторной системе $P_4 = -(0,10 \pm 0,11)$. Поляризация относительно оси Z - $P_z = (0,08 \pm 0,07)$, т.е. обе величины равны нулю в пределах экспериментальных ошибок.

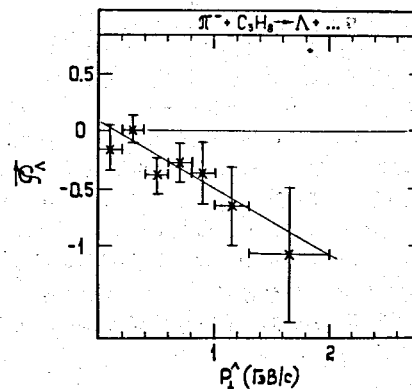


Рис. 4
Зависимость поляризации Λ -гиперонов от P_{\parallel}^{Λ} для реакции $\pi^- + C_3H_8 \rightarrow \Lambda + \dots$

На рис. 4 представлена зависимость поляризации Λ -гиперонов от P_1 для $\pi^- + C_3H_8$ взаимодействий. Прямая - результат аппроксимации функцией

$$P_\Lambda = (0,058 \pm 0,13) - (0,57 \pm 0,23) P_1 \quad \text{с} \quad \chi^2 = 0,64 \quad \text{на} \quad 1 \text{ степень свободы.}$$

Изучение зависимости P_Λ от переменной x показало, что для Λ -гиперонов, образованных π^- -мезонами на пропане,

$$P_\Lambda(x > 0) = -(0,41 \pm 0,17),$$

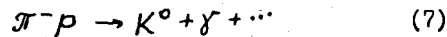
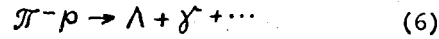
$$P_\Lambda(x < 0) = -(0,18 \pm 0,08),$$

т.е. Λ -гипероны, летящие в переднюю полусферу, поляризованы сильнее, чем летящие в заднюю полусферу.

В пятой главе даны характеристики γ -квантов из π^-p -взаимодействий с рождением Λ -гиперонов и K^0 мезонов. Мы попытались ответить на вопросы: влияет ли образование Λ -гиперонов и K^0 -мезонов на множественность рождающихся вместе с ними π^0 -мезонов, отличаются ли зависимости средних множественностей γ -квантов от числа заряженных частиц для реакции



и для реакций



Инклюзивные сечения образования γ -квантов во всех π^-p -взаимодействиях и π^-p -событиях с рождением Λ -гиперонов и K^0 -мезонов даны в табл. 5.

Таблица 5

Реакция	$\langle n_\gamma \rangle$	$\langle n_{\pi^0} \rangle$	σ_γ (мб)
5	$5,10 \pm 0,07$	$2,55 \pm 0,04$	$110,9 \pm 2,6$
6	$5,76 \pm 0,57$	$2,88 \pm 0,28$	$8,0 \pm 0,8$
7	$5,26 \pm 0,40$	$2,63 \pm 0,20$	$12,7 \pm 1,0$

Там же даны среднее число γ -квантов на одно π^-p -взаимодействие в реакциях (5-7) и значение $\langle n_{\pi^0} \rangle$ в предположении, что $\langle n_{\pi^0} \rangle = \frac{1}{2} \langle n_\gamma \rangle$. Следует отметить, что в событиях с рождением K^0 -мезонов в среднем рождается столько же γ -квантов, сколько и во всех π^-p -взаимодействиях, а в реакции (6) даже больше, хотя можно было ожидать некоторого уменьшения $\langle n_\gamma \rangle$ в реакциях (6) и (7), поскольку полная энергия, которая может пойти на образование

π^0 -мезонов, в этих реакциях в среднем меньше, чем в реакции (5). Увеличение $\langle n_\gamma \rangle$ в реакции (6) естественно объяснить вкладом γ -квантов от распада $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$. На рис. 5 приведены зависимости среднего числа π^0 -мезонов от множественности n_\pm для этих трех реакций.

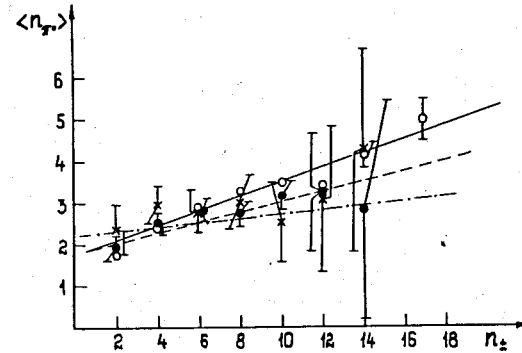


Рис. 5. Зависимость средней множественности π^0 -мезонов от числа заряженных частиц в π^-p -взаимодействиях при 40 ГэВ/с; \circ - для реакции (5), \times - для реакции (6), \bullet - для реакции (7).

Средние значения некоторых характеристик γ -квантов для исследуемых трех реакций приведены в табл. 6

Таблица 6

Реакция	$\langle P_{lab} \rangle_\gamma$ ГэВ/с	$\langle P_1 \rangle_\gamma$ ГэВ/с	$\langle \cos \theta^* \rangle_\gamma$
5	$1,37 \pm 0,02$	$0,166 \pm 0,001$	$0,185 \pm 0,003$
6	$1,51 \pm 0,08$	$0,165 \pm 0,004$	$0,076 \pm 0,019$
7	$1,52 \pm 0,05$	$0,156 \pm 0,003$	$0,148 \pm 0,011$

Обращает на себя внимание тот факт, что импульсы γ -квантов в лабораторной системе для реакций со странными частицами значительно меньше, чем для всех π^-p событий. Здесь сказываются два фактора: первый - в событиях, где родились тяжелые частицы, на образование γ -квантов остается меньше энергии, и второй - среднее число γ -квантов для реакций со странными частицами не меньше, чем для всех π^-p взаимодействий.

Средние поперечные импульсы γ -квантов в пределах ошибок для всех трех реакций одинаковы.

Интересно рассмотреть распределение γ -квантов по продольной скорости $y^* = \frac{1}{2} \ln \frac{E^* + P_x^*}{E^* - P_x^*}$ (рис. 6). Видно, что главным

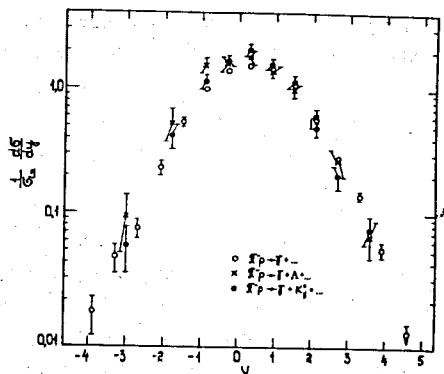


Рис. 6
Нормированные распределения γ -квантов по быстрой в с.ц.м. для реакций (5), (6), (7).

источником γ -квантов является центральная область. Для реакций с Λ -гиперонами максимум смещен в полусферу мишени. Основным источником $\Lambda(\Sigma^0)$ -гиперонов является фрагментация мишени, поэтому возможно, что рождение Σ -гиперонов и $\Lambda\pi^0$ -резонансов является причиной такого смещения максимума распределения для реакции (6).

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы:

1. Определены инклюзивные сечения образования $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в π^-p , π^-n и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с. Они равны $0,17 \pm 0,03$; $0,08 \pm 0,03$; $1,56 \pm 0,21$ мб соответственно и составляют меньше 1% от соответствующих неупругих сечений.

2. В исследуемых типах взаимодействий $\bar{\Lambda}$ -гипероны образуются преимущественно в центральной области ($|y^*| \leq 1$). Вклад в сечение $\bar{\Lambda}$ -гиперонов процессов фрагментации сталкивающихся частиц мал.

3. Среднее число $\bar{\Lambda}$ -гиперонов на одно $\pi^-^{12}C$ -взаимодействие $\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle_{\pi^-^{12}C} = 0,008 \pm 0,001$ совпадает со средним их числом на одно π^-p взаимодействие $\langle n_{\bar{\Lambda}} \rangle_{\pi^-p} = 0,008 \pm 0,002$. Совпадают в пределах ошибок импульсные и угловые распределения $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в этих взаимодействиях, а также распределения инвариантных сечений $F_1(x)$ и $F_2(p_1^2)$. Все это свидетельствует о малом влиянии ядра углерода на рождение $\bar{\Lambda}$ -частиц по сравнению с π^-p -взаимодействиями. В частности, мала роль каскада в образовании $\bar{\Lambda}$ -гиперонов в ядре.

4. Инвариантное сечение $F_1^{\bar{\Lambda}}(x)$ в π^-p -взаимодействиях не обнаруживает предельного поведения при $x \sim 0$ вплоть до 360 ГэВ/с.

5. Определена доля π^-C событий с двумя Λ -гиперонами среди всех π^-C -взаимодействий $W_{\Lambda\Lambda} = 0,0069 \pm 0,0014$. Получены характеристики многонуклонных π^-C -взаимодействий с рождением 2 Λ -гиперонов. Проведено сравнение экспериментальных данных с двумя вариантами кварковой модели. Оба варианта дают меньшее значение вероятности рождения двух Λ -гиперонов, чем наблюдается на опыте

$$(W_{\Lambda\Lambda}^A = 0,0031 \pm 0,0006; W_{\Lambda\Lambda}^B = 0,0039 \pm 0,0008).$$

Оба варианта предсказывают значительное увеличение $\langle n_- \rangle$ в случае рождения одного и, тем более, двух Λ -гиперонов, по сравнению со всеми π^-C -взаимодействиями. На опыте в π^-C -соударениях при 40 ГэВ/с такого увеличения в пределах экспериментальных ошибок не наблюдается: $\langle n_- \rangle_{\pi^-C} = 3,54 \pm 0,02$; $\langle n_- \rangle_{\pi^-C \Lambda} = 3,67 \pm 0,06$ и $\langle n_- \rangle_{\pi^-C 2\Lambda} = 3,44 \pm 0,27$.

6. Определена поляризация Λ -гиперонов, образованных π^- -мезонами на пропане относительно нормали к плоскости рождения:

$$P_{\Lambda} = -(0,22 \pm 0,07).$$

7. Поляризация зависит от поперечной компоненты импульса Λ -частиц и аппроксимируется прямой: $P_{\Lambda} = a + b P_1$, где $a = 0,058 \pm 0,13$ и $b = -(0,57 \pm 0,23)$.

8. Λ -гипероны, летящие в переднюю полусферу, поляризованы сильнее, чем летящие в заднюю полусферу:

$$P_{\Lambda}(x > 0) = -(0,41 \pm 0,17),$$

$$P_{\Lambda}(x < 0) = -(0,18 \pm 0,08).$$

9. Определены инклюзивные сечения образования γ -квантов в реакциях: $\pi^-p \rightarrow \gamma + \dots$; $\pi^-p \rightarrow \Lambda + \gamma + \dots$; $\pi^-p \rightarrow K^0 + \gamma + \dots$. Они оказались равными $110,9 \pm 2,6$; $8,0 \pm 0,8$; $12,7 \pm 1,0$ мб соответственно.

10. Получены средние числа γ -квантов на одно π^-p -взаимодействие в этих реакциях. В событиях с K^0 -мезонами

$$\langle n_{\gamma} \rangle^{K^0} = 5,26 \pm 0,40, \text{ т.е.}$$

в среднем рождается столько же γ -квантов, сколько и во всех π^-p -взаимодействиях ($\langle n_{\gamma} \rangle = 5,10 \pm 0,07$). В реакциях с Λ -гиперонами больше: $\langle n_{\gamma} \rangle^{\Lambda} = 5,76 \pm 0,57$, что естественно объяснить вкладом γ -квантов от распада $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda + \gamma$.

II. Построены некоторые инклюзивные распределения γ -квантов. Из распределений по быстрой видно, что главным источником γ -квантов является центральная область как во всех π^-p -взаимодействиях, так и в реакциях с рождением Λ и K^0 .

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. С.В.Джмухадзе, М.А.Дасеева, Е.Н.Кладницкая, В.М.Попова, Г.П.Тонеева. Препринт ОИЯИ, РИ-12617, Дубна, 1979; ЯФ, 31, с. 403, 1980.
2. С.В.Джмухадзе, Е.Н.Кладницкая, В.М.Попова, Г.П.Тонеева, Ю.М.Шабельский. ОИЯИ, РИ-80-331, Дубна, 1980; ЯФ, 32, с. 1264, 1980.
3. С.В.Джмухадзе, Е.Н.Кладницкая, В.М.Попова, Г.П.Тонеева. ОИЯИ, РИ-80-370, Дубна, 1980; ЯФ, 33, с. 160, 1981.
4. С.В.Джмухадзе, Е.Н.Кладницкая, В.М.Попова, Г.П.Тонеева, ОИЯИ, РИ-80-849, ЯФ, 34, с. 1245, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 декабря 1981 года.