

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ $\Lambda$ -ГИПЕРОНОВ В ОБЛАСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ МИШЕНИ В $pp$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 360 ГэВ/с В РАМКАХ ТРОЙНОГО РЕДЖЕВСКОГО АНАЛИЗА

М.Азиз<sup>1</sup>, С.Банерджи<sup>1</sup>, В.Бартл<sup>3</sup>, Ж.Л.Бейли<sup>7</sup>,  
Ю.А.Белокопытов<sup>8</sup>, Ф.Бруян<sup>9</sup>, С.Н.Гангули<sup>1</sup>, Т.Гсмешу<sup>2</sup>,  
П.Гиртлер<sup>5</sup>, И.В.Горелов<sup>8(б)</sup>, Ж.Грубек<sup>9</sup>, С.А.Гуменюк<sup>8</sup>,  
Г.В.Жолобов<sup>8</sup>, И.Ига<sup>11</sup>, К.Казо<sup>9</sup>, Э.П.Кистенев<sup>8</sup>,  
В.М.Кубик<sup>8</sup>, Д.Макноттон<sup>3</sup>, Ж.К.Маран<sup>9</sup>, П.К.Мальхотра<sup>1</sup>,  
М.Маркитан<sup>3</sup>, С.Мацумото<sup>11(в)</sup>, И.Митра<sup>10</sup>, Л.Монтанэ<sup>9</sup>,  
Ю.Л.Петровых<sup>8</sup>, Г.Пинтер<sup>2</sup>, П.Порт<sup>3</sup>, Р.Рагаван<sup>1</sup>,  
М.Реглер<sup>3</sup>, Т.Родриго<sup>6</sup>, Ж.Салисио<sup>6</sup>, Ж.Синх<sup>10</sup>,  
С.Скварчия<sup>4</sup>, В.И.Стопченко<sup>8</sup>, К.Такахашу<sup>11(б)</sup>, Л.А.Тихонова<sup>8(б)</sup>,  
У.Тревисан<sup>4</sup>, А.Феррандо<sup>6</sup>, Ф.Фонтанелли<sup>4</sup>, Н.С.Халатян<sup>8(а)</sup>,  
П.Херквит<sup>7</sup>, Т.Хиросу<sup>11(а)</sup>, И.Чиба<sup>11(г)</sup>, Б.Эпп<sup>5</sup>.

Исследовано инклюзивное образование  $\Lambda$ -гиперонов в области фрагментации мишени в  $pp$ -взаимодействиях при 360 ГэВ/с. На основе трехреджеонного анализа дифференциального сечения образования  $\Lambda$ -гиперонов оценена величина пересечения эффективной канонной траектории, равная  $\simeq -0,6$ . Показано, что в виртуальных " $K^+$ "  $p$ -взаимодействиях зависимости средней множественности и корреляционных моментов от энергии центра масс виртуальной " $K^+$ "  $p$ -системы хорошо согласуются с аналогичными зависимостями в реальных  $K^+$   $p$ -взаимодействиях.

- <sup>1</sup> Институт Фундаментальных Исследований, Бомбей, Индия
- <sup>2</sup> ЦИФИ, Будапешт, Венгрия
- <sup>3</sup> Институт Физики Высоких Энергий, Вена, Австрия
- <sup>4</sup> Университет Генуи и ИНФН, Генуя, Италия
- <sup>5</sup> Институт Экспериментальной физики, Иннсбрук, Австрия
- <sup>6</sup> Отделение Ядерной Энергии, Мадрид, Испания
- <sup>7</sup> Исследовательский факультет Государственного университета, Монс, Бельгия
- <sup>8</sup> Институт Физики Высоких Энергий, Серпухов, СССР
- <sup>а</sup> Ереванский физический институт, Ереван, СССР
- <sup>б</sup> Московский Государственный Университет, Москва, СССР
- <sup>9</sup> ЦЕРН, Европейская Организация Ядерных Исследований Женева, Швейцария
- <sup>10</sup> Университет Пенджаба, Чандигарх, Индия
- <sup>а</sup> Университет Метрополитен Токио, Япония
- <sup>б</sup> Университет Агрономии и Технологии Токио, Япония
- <sup>в</sup> Университет Чуо, Токио, Япония
- <sup>г</sup> Университет Хиросимы, Япония

## Введение

Настоящая работа посвящена исследованию инклюзивного образования  $\Lambda$ -гиперонов в  $pp$ -взаимодействиях в рамках полюсной реджевской картины.

Представленные результаты получены в эксперименте NA23, выполненном в ЦЕРН'е на быстроциклирующей пузырьковой камере RCBC и Европейском гибридном спектрометре. Детальное описание экспериментальной установки опубликовано в предыдущих работах <sup>1</sup>.

Пузырьковая камера, заполненная жидким водородом, была установлена в магните с напряженностью поля около 3 Т и облучена пучком протонов с импульсом 360 ГэВ/с. Вторичные заряженные частицы от взаимодействия протонов пучка с жидким водородом камеры регистрировались в самой камере и в спектрометре заряженных частиц, расположенном за камерой.

Выборка событий, на результатах анализа которой основана настоящая работа, была получена в результате измерений около 95 % событий, зарегистрированных на 160 К снимков. Статистическая значимость выборки составляла  $\sim 1,6$  событий/мкб. Среди всех измеренных событий с  $V^0$ -частицами были отобраны 1915, у которых  $V^0$ -частицы имели гипотезу  $\Lambda$ -гиперона. После обрезания по вероятности кинематического фита на уровне 1% и браковки неоднозначно фитируемых распадов, в окончательной выборке, используемой для физического анализа, остались 798 распадов, классифицируемые как  $\Lambda$ -гипероны. События, относящиеся к области фрагментации мишени, выделялись по величине переданного импульса от протона мишени к  $\Lambda$ -гиперону,  $|t_{p\Lambda}| = (P_p - P_\Lambda)^2 < 4,0 \text{ ГэВ}^2$  (область  $x_F < -0,2$ ). Ввиду ограниченности статистики  $\Lambda$ -гипероны от распадов  $\Sigma^0$  и  $\Sigma(1385)$  не выделялись.

**1. Тройной реджевский анализ.** В рамках редже-мюллеровской феноменологии выражение для сечения образования  $\Lambda$ -гиперонов в области протонной фрагментации можно записать в виде

$$\frac{d^2\sigma}{dt d(M^2/s)} = \sum_{ijk} G_{ijk}(t) s^{\alpha_k(0)-1} (M^2/s)^{\alpha_k(0) - \alpha_i(t) - \alpha_j(t)} \quad (1)$$

где функции  $G_{ijk}(t)$  содержат реджевские вычеты и сигнатуры, траектории  $\alpha_i$  и  $\alpha_j$  соответствуют обменам  $K, K_A, K^*, K^{**}$  — странными реджеонами,  $\alpha_k$  — обмену помероном,  $M^2$  — квадрат недостающей массы к  $\Lambda$ -гиперону.

В пределе обменного вырождения

$$\frac{d^2\sigma}{dt d(M^2/s)} = G(t) (M^2/s)^{1-2\alpha_{eff}(t)} \quad (2)$$

где  $\alpha_{eff}$  — эффективная "K"-мезонная траектория в вершине  $p\bar{\Lambda}$ . Выражением (2) аппроксимировались распределения по  $M^2/s$  в интервалах переданного импульса:

( $-1,0 < t < 0,0$ ;  $-2,0 < t < -1,0$ ;  $-3,0 < t < -2,0$ ;  $-4,0 < t < -3,0 \text{ ГэВ}^2$ ), представленные на рис. 1. При этом вычет  $G(t)$  был параметризован в следующем виде:

$$G(t) = A \exp(Bt). \quad (3)$$

Результаты фитирования показали, что значения пересечения  $\alpha_{eff}(0)$  и наклона  $\alpha'_{eff}$  коррелированы. При разумном предположении о величине наклона  $\alpha'_{eff} \approx -0,8$ , пересечение эффективной траектории оказывается равным  $\alpha_{eff}(0) = -0,60 \pm 0,15$ , а аппроксимирующие кривые хорошо воспроизводят данные для всех  $M^2/s$ . Измеренное значение наклона эффективной траектории находится в хорошем согласии с опубликованными данными других экспериментов и свидетельствует о доминирующем вкладе в образование  $\Lambda$ -гиперонов в области протонной фрагментации обменов каонной траекторией с ненатуральной четностью.

**2. Проверка факторизации обмена помероном.** Гипотеза факторизации обмена помероном позволяет связать двухчастичные инклюзивные распределения частиц в областях фрагмента-

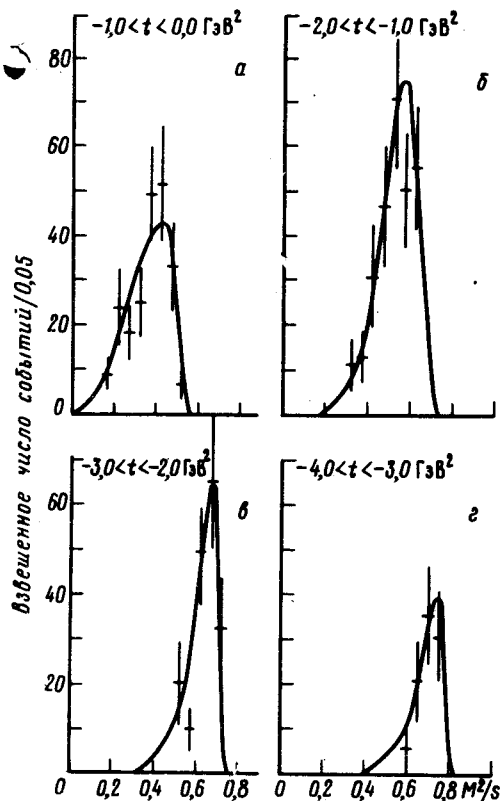


Рис. 1. Распределение по переменной  $M^2/s$  в реакции  $p \rightarrow \Lambda$  при  $360 \text{ ГэВ}/c$  в различных интервалах переданного импульса  $t_{p\Lambda}$ : а)  $-1,0 < t < 0,0 \text{ ГэВ}^2$ , б)  $-2,0 < t < -1,0 \text{ ГэВ}^2$ , в)  $-3,0 < t < -2,0 \text{ ГэВ}^2$ , г)  $-4,0 < t < -3,0 \text{ ГэВ}^2$ . Плавные кривые соответствуют результатам фита

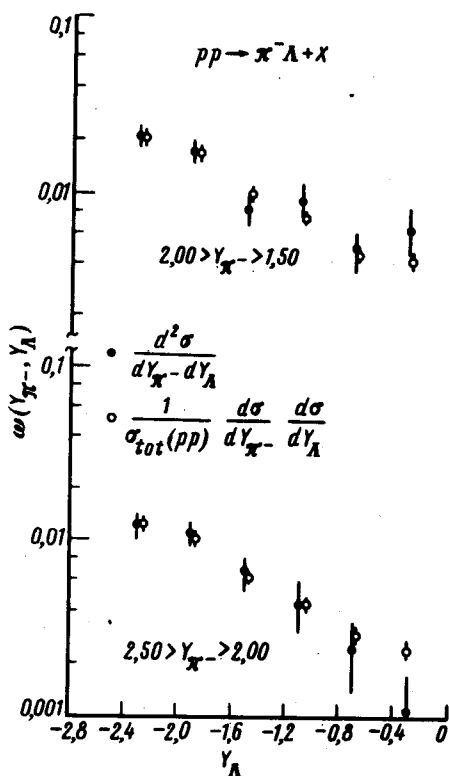


Рис. 2

p

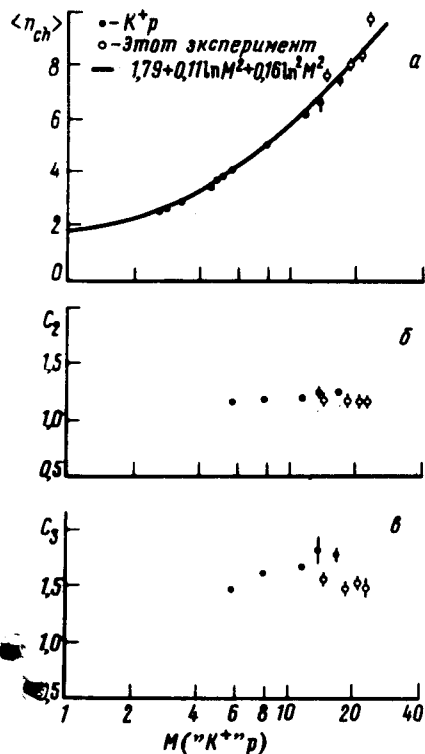


Рис. 2. Проверка факторизации помсронного обмена в  $pp$ -взаимодействиях при  $360 \text{ ГэВ}/c$ . Открытые кружки относятся к двухчастичному распределению, а темные — к произведению одночастичных распределений

Рис. 3. Зависимость средней множественности вторичных заряженных частиц (а)  $\langle n_{ch} \rangle$ , моментов распределения по множественности (б)  $C_2$  и (в)  $C_3$  в виртуальном " $K^+$ "  $p$ -взаимодействии от энергии " $K^+$ "  $p$ -системы в СЦМ (темные кружки). Открытыми кружками показана наблюдаемая энергетическая зависимость в  $K^+ p$ -взаимодействиях. Плавной кривой показаны результаты фита

ции пучка и мишени с одночастичными инклюзивными распределениями и полным сечением<sup>3</sup>. Действительно, в области фрагментации мишени быстрое распределение регистрируемой частицы представимо в виде

$$\frac{d\sigma}{dY}(pp \rightarrow \pi^-) = \beta_p F_p^{p \rightarrow \pi^-}(|Y|), \quad (6)$$

$$\frac{d^2\sigma(pp \rightarrow \pi^- \Lambda)}{dY_{\pi^-} dY_{\Lambda}} = F_p^{p \rightarrow \pi^-}(|Y_{\pi^-}|) F_p^{p \rightarrow \Lambda}(|Y_{\Lambda}|), \quad (7)$$

где частицы  $\pi^-$  и  $\Lambda$  летят в разные полусферы в ЦМ. Отсюда в предположении факторизации обмена помероном следует:

$$\frac{d^2\sigma}{dY_{\pi^-} dY_{\Lambda}} = \frac{1}{\sigma_{tot}(pp)} \frac{d\sigma}{dY_{\pi^-}} \frac{d\sigma}{dY_{\Lambda}}. \quad (8)$$

На рис. 2 представлены отдельно данные для левой и правой частей уравнения (8) в зависимости от  $Y_{\Lambda}$  для двух различных интервалов  $Y_{\pi^-}$ . В пределах ошибок они неплохо согласуются друг с другом (среднее отклонение составляет 10,0% при  $\chi^2 = 0,5$  на одну степень свободы), что подтверждает справедливость гипотезы о факторизации обмена помероном. Аналогичный вывод был сделан ранее из сравнения одночастичных<sup>4</sup> и двухчастичных<sup>2</sup> распределений  $\pi$ -мезонов.

**3. Виртуальные  $K^+ p$ -взаимодействия.** Как показано в первом разделе, в событиях с  $|t_{p\Lambda}| \leq 4,0$  ГэВ<sup>2</sup> в вершине  $p\bar{\Lambda}$  доминирует вклад обменов  $K^+$ -мезонным полюсом. Такие события могут интерпретироваться как случаи виртуального  $K^+ p$ -взаимодействия в другой протонной вершине.

Зависимость средней множественности заряженных частиц  $\langle n_{ch} \rangle$ , образованных в таких взаимодействиях, от эффективной массы  $K^+ p$ -системы приведена на рис. 3, а вместе с данными реальных  $K^+ p$ -экспериментов<sup>5</sup>. Оба набора точек хорошо согласуются друг с другом и следуют общей кривой

$$\langle n_{ch} \rangle = (1,79 \pm 0,07) + (0,12 \pm 0,05) \ln M^2 + (0,16 \pm 0,07) \ln^2 M^2. \quad (9)$$

На том же рисунке (3, б, 3, в) представлены аналогичные данные для второго и третьего корреляционных моментов распределения по множественности в  $K^+ p$ -взаимодействиях

$$C_q = \frac{\langle n^q \rangle}{\langle n \rangle^q}. \quad (10)$$

В пределах ошибок величины  $C_2$  и  $C_3$  примерно постоянны в рассматриваемом диапазоне энергий, что указывает на приближенное  $KNO$ -скейлинговое<sup>6</sup> поведение средней множественности заряженных частиц как в реальных, так и в виртуальных  $K^+ p$ -взаимодействиях

### Заключение

В работе исследовано инклюзивное образование  $\Lambda$ -гиперонов в области фрагментации мишени в  $pp$ -взаимодействиях при 360 ГэВ/с. Основные результаты работы могут быть суммированы следующим образом.

1) В области фрагментации мишени поведение дифференциального сечения образования  $\Lambda$ -гиперонов хорошо согласуется с гипотезой о доминирующем вкладе реджевских графиков с обменом эффективной  $K^+$ -траекторией с пересечением  $\alpha_{eff}(0) \simeq -0,6$ .

2) Сравнение одночастичных и двухчастичных распределений  $\pi^-$ -мезонов и  $\Lambda$ -гиперонов в реакции  $pp \rightarrow \Lambda\pi^- + X$  подтверждает справедливость гипотезы о факторизации обмена помероном.

3) Поведение первых моментов распределений по множественности заряженных частиц в виртуальных  $K^+ p$ -взаимодействиях хорошо согласуется с аналогичными данными для реальных  $K^+ p$ -взаимодействий и имеет скейлинговый характер.

## Литература

1. *Bailly J.L. et al. Z. Physik, 1984, C22, 119; Bailly J.L. et al. Z. Physik, C23, 205, 1984; Asai M., et al. Z. Physik, 1985, C27, 11.*
2. *Rushbrooke J.G. et al. Phys. Rev. Lett., 1977, 39, 117.*
3. *Brower R.C. et al. Phys. Rev., 1978, D7, 2080.*
4. *Whitemore J. Phys. Lett., 1976, 60B, 241; Erwin J. et al. Phys. Rev. Lett., 33, 1352; Beier E.M. et al. Phys. Rev. Lett., 1976, 37, 1120.*
5. *Whitemore J. Phys. Rep., 1974, 10C, 273; Phys. Rep., 1976, 27C, 187; Ajinenko I.V. et al. Nucl. Phys., 1977, 123B, 493; Ajinenko I.V. et al. Z. Phys., 1980, C4, 181; Barth M. et al. Z. Phys., 1979, C2, 285; Morse W.M. et al. Phys. Rev., 1977, D15, 66; Brick D. et al. 1978, Paper Submitted to XIX International Conference on High Energy physics.*
6. *Koba Z. et al. Nucl. Phys., 1972, B40, 317.*

Сотрудничество RCBC – EGS: Бомбей – Будапешт –  
Вена – Генуя – Иннсбрук – Мадрид – Монс –  
Серпухов – ЦЕРН – Чандигарх – Япония

Поступила в редакцию  
16 сентября 1986 г.