

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Д1-84-859

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ОЧАРОВАННЫХ БАРИОНОВ Λ_c^+ ,
РОЖДЕННЫХ

В НЕЙТРОН УГЛЕРОДНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

Сотрудничество БИС-2: Берлин–Будапешт–Варна–
Дубна–Москва–Прага–
София–Тбилиси

Направлено в журнал "Physics Letters"

1984

А.Н.Алеев, В.А.Арефьев, В.П.Баландин, В.К.Бердышев,
В.К.Бирулев, Н.В.Власов, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов,
И.И.Евсиков, И.М.Иванченко, И.Н.Какурин, М.Н.Капишин,
Н.Н.Карленко, Д.А.Кириллов, И.Г.Косарев, В.Р.Крастев,
Н.А.Кузьмин, М.Ф.Лихачев, А.Л.Любимов, А.Н.Максимов,
А.Н.Морозов, А.В.Позе, А.Прокеш, В.Е.Симонов, Л.А.Слепец,
Г.Г.Тахтамышев, П.Т.Тодоров, К.Хиллер, А.С.Чвыров, В.Д.Чолаков
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Ю.Клабун, З.Новак, Х.Новак, Х.-Э.Рызек
Институт физики высоких энергий АН ГДР, Берлин-Цойтен

А.С.Белоусов, Я.А.Ваздик, М.Н.Войчишин, Е.Г.Девицын,
М.В.Завертяев, В.А.Козлов, Е.И.Малиновский, В.В.Павловская,
С.В.Русаков, Ю.В.Соловьев, А.Р.Теркулов, А.М.Фоменко,
Л.Н.Штарков
Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

Е.А.Чудаков
Научно-исследовательский институт ядерной физики ИГУ, Москва

Я.Гладки, М.Новак
Физический институт ЧСАН, Прага

М.В.Тошева
Высший машинно-электротехнический институт, Варна

В.Й.Заячки
Высший химико-технологический институт, София

Д.Т.Бурилков, П.К.Марков, Р.К.Траянов
Институт ядерных исследований и ядерной энергетики
БАН, София

Н.С.Амаглобели, В.П.Джорджадзе, В.Д.Кекелидзе, Н.Л.Ломидзе,
Г.И.Никобадзе, Г.Т.Татишвили, Р.Г.Шанидзе
Институт физики высоких энергий, Тбилисский государственный
университет

Наблюдение и изучение поляризации очарованных барионов, рожденных в адронных взаимодействиях, представляют очевидный интерес. Такое исследование могло бы прояснить некоторые свойства рождения s -кварков в адронных процессах и глубже продвинуться в исследовании эффекта большой поляризации инклюзивно рожденных Λ^0 и других гиперонов пучками неполяризованных адронов, наблюдаемого в нескольких экспериментах^{/1-13/}. Поляризация гиперонов растет с ростом поперечного импульса и практически не зависит ни от энергии пучка, ни от материала мишени. Поляризация Λ^0 обусловлена поляризацией s -кварка и, следовательно, непосредственно связана с механизмом рождения странных кварков в адронных взаимодействиях. Качественные объяснения этого эффекта приведены в ряде моделей^{/4,14-20/}. Некоторые из них^{/16,18/} предсказывают зависимость поляризации от типа рожденных кварков.

Поляризация бариона проявляется как асимметрия вылета вторичных частиц вследствие слабого распада. Угловое распределение вероятности распада $W(\cos\theta)$ для распадающегося бариона со спином $1/2$ зависит от поляризации \mathcal{P} следующим образом:

$$W(\cos\theta) = \frac{1}{2} (1 + \alpha \mathcal{P} \cos\theta), \quad /1/$$

где α - параметр асимметрии распада, а θ - угол между осью поляризации и анализатором распада, например, направлением полета вторичного бариона в системе покоя распадающейся частицы.

В этой работе представлены результаты поиска поляризации очарованных барионов Λ_c^+ , рожденных инклюзивно в нейтрон-углеродных взаимодействиях. Предварительные результаты этого исследования приведены нами в^{/21/}. Эксперимент проводился в нейтронном пучке серпуховского протонного ускорителя с помощью спектрометра БИС-2^{/22/}. Эффективность спектрометра обусловила регистрацию Λ_c^+ , рожденных нейтронами с импульсами в области 40-70 ГэВ/с. Λ_c^+ были зарегистрированы по распадам



и



Эти распады идентифицировались как статистически значимые пики в спектрах соответствующих инвариантных масс. Детальное описание всех экспериментальных условий и отбора событий приведено в^{/23-26/}.

Поскольку процесс рождения Λ_c^+ является четность-сохраняющим, вектор поляризации Λ_c^+ мог бы быть перпендикулярным к плоскости рождения. Поэтому ось поляризации выбрана вдоль нормали к этой плоскости $\vec{n} = \vec{p}_n \times \vec{p}_c / |\vec{p}_n \times \vec{p}_c|$, где \vec{p}_n и \vec{p}_c - соответственно векторы импульсов падающего нейтрона и Λ_c^+ в лабораторной системе. Направление полета испущенной частицы с импульсом \vec{p} в системе покоя Λ_c^+ характеризуется $\cos\theta = \vec{p} \cdot \vec{n} / |\vec{p}|$. Асимметрия распада определяется как

$$A = \frac{N(\text{вверх}) - N(\text{вниз})}{N(\text{вверх}) + N(\text{вниз})} \quad /4/$$

где $N(\text{вверх})$ и $N(\text{вниз})$ - соответственно количество Λ_c^+ , испускающих анализируемую частицу "вверх" ($\cos\theta > 0$) и "вниз" ($\cos\theta < 0$). С учетом /1/ асимметрия /4/ может быть связана с поляризацией выражением

$$a \cdot \mathcal{P} = 2 \cdot A \quad /5/$$

На рисунках 1а и 1б приведены распределения по величине инвариантной массы $\bar{K}^0 p \pi^+ \pi^-$ для событий с протоном, вылетающим соответственно "вверх" и "вниз". В обоих распределениях видны четкие сигналы распадов Λ_c^+ /2/, проявляющиеся как узкие пики

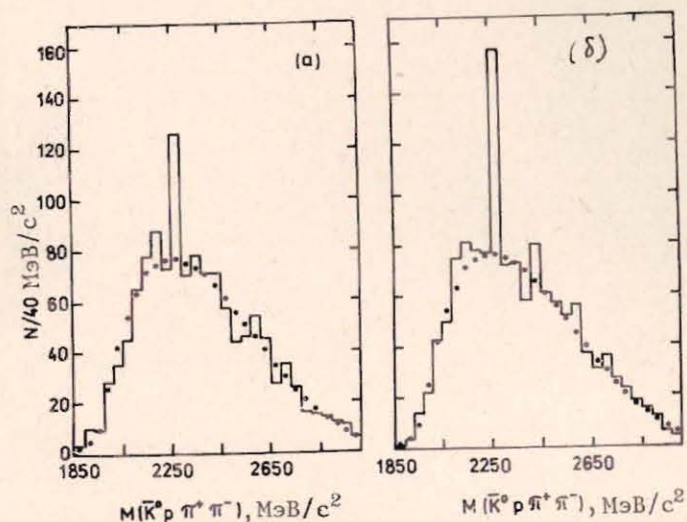


Рис.1. Спектры $\bar{K}^0 p \pi^+ \pi^-$ инвариантных масс для событий с протоном, вылетающим по направлению "вверх" /а/ и "вниз" /б/. Точечными кривыми обозначен результат аппроксимации спектров фоновой функцией.

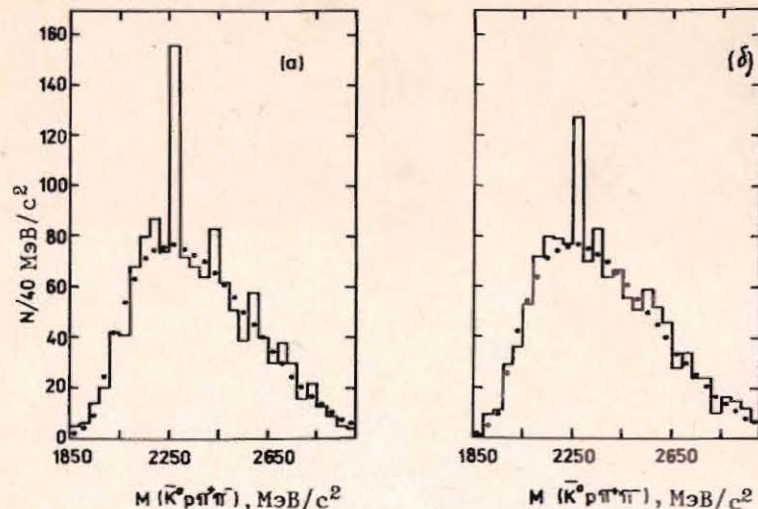


Рис.2. Спектры $\bar{K}^0 p \pi^+ \pi^-$ инвариантных масс для событий с \bar{K}^0 , вылетающим по направлению "вверх" /а/ и "вниз" /б/. Точечными кривыми обозначен результат аппроксимации спектров фоновой функцией.

при надлежащей массе. Спектры для фона /точечные кривые/ получены аппроксимацией приведенных распределений полиномиальной функцией. Эти спектры на рис.1а и 1б в пределах оцененных ошибок идентичны. Эффективность регистрации Λ_c^+ , рассчитанная методом Монте-Карло, не зависит от направления вылета /"вверх" или "вниз"/ вторичных частиц. Результаты этих расчетов полностью подтверждаются поведением фоновых событий. Было зарегистрировано 130 ± 18 событий Λ_c^+ . Разность числа Λ_c^+ на рис.1а и 1б приводит к величине асимметрии

$$A(p) = -(0,24 \pm 0,13) \quad /6/$$

Рассматривая в качестве анализируемой частицы \bar{K}^0 , мы построили спектры инвариантных масс в системе $\bar{K}^0 p \pi^+ \pi^-$, приведенные на рис.2. На рис.2а приведен спектр для событий с \bar{K}^0 , вылетающим "вверх", а на рис.2б - соответственно "вниз". Поведение фоновых событий /точечные кривые/ не зависит от направления вылета \bar{K}^0 /"вверх" или "вниз"/. Полученная соответствующая асимметрия

$$A(\bar{K}^0) = (0,22 \pm 0,13) \quad /7/$$

естественно имеет знак, противоположный $A(p)$.

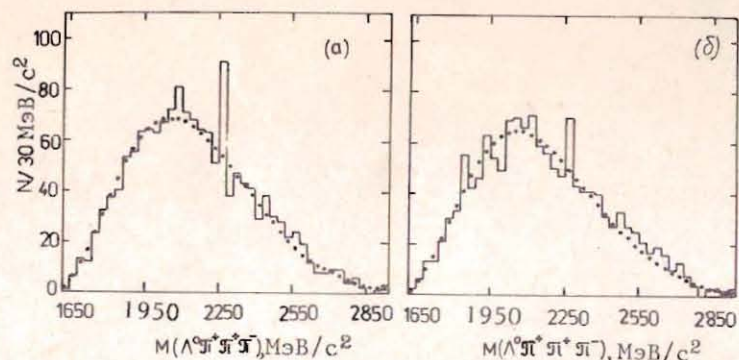


Рис.3. Спектры $\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$ инвариантных масс для событий с Λ^0 , вылетающим по направлению "вверх" /а/ и "вниз" /б/. Точечными кривыми обозначен результат аппроксимации спектров фоновой функцией.

Спектры инвариантных масс в системе $\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$ для событий, в которых Λ^0 вылетает "вверх" или "вниз", приведены, соответственно, на рис.3а и 3б. В обоих спектрах около массы Λ_c^+ видны узкие пики, сопоставимые с величиной экспериментального разрешения. Эти пики указывают на регистрацию распадов Λ_c^+ по каналу /3/. Из оценки фоновых событий /точечные кривые/ следует, что зарегистрировано $57 \pm 14 / \Lambda_c^+$. Величина асимметрии, полученная из этих распределений, равна

$$A(\Lambda^0) = (0,30 \pm 0,22). \quad /8/$$

Наблюдаемые асимметрии /6/ и /8/ для распадов /2/ и /3/ указывают как на поляризацию Λ_c^+ , так и на наличие присутствующих слабому распаду четность-сохраняющих и четность-нарушающих амплитуд. Величины параметров асимметрий распадов α неизвестны и, возможно, различны для распадов /2/ и /3/.

Результаты различных моделей $^{27-30}$, вычисляющих параметры $\alpha(p)$ и $\alpha(\Lambda^0)$ соответственно для распадов $\Lambda_c^+ \rightarrow p \bar{K}^0$ и $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+$, являются противоречивыми. В частности, в модели 27 предсказаны противоположные знаки для этих α . Наши данные указывают на различные знаки $\alpha(p)$ и $\alpha(\Lambda^0)$ для наблюдаемых распадов. С учетом этого указания мы усреднили по абсолютной величине асимметрии /6/ и /8/ и определили ограничение для величины поляризации Λ_c^+ :

$$|P|_{\min} = (0,5 \pm 0,2). \quad /9/$$

Поперечный импульс зарегистрированных Λ_c^+ не превышает 1,0 ГэВ/с при среднем значении 0,43 ГэВ/с. Для сравнения поляризации Λ_c^+ с данными по Λ^0 , на рис.4 приведен результат /9/

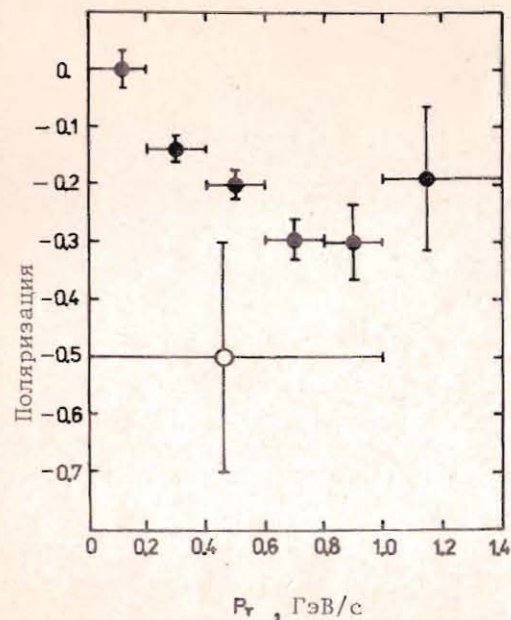


Рис.4. Зависимость поляризации Λ^0 от поперечного импульса P_T , полученная в $^{1/}$ (•), и измеренное ограничение для поляризации Λ_c^+ /0/.

/светлый кружок/ и поляризация Λ^0 /темные кружки/, измеренная в этом же эксперименте $^{1/}$. Это сравнение указывает на то, что поляризация Λ_c^+ возрастает круче и имеет большее значение, чем поляризация Λ^0 , как и предсказывается в некоторых моделях, например, в $^{16,18/}$.

Авторы благодарны А.М.Балдину, Н.Н.Говоруну, Ю.Н.Денисову, К.Ланиусу, А.А.Логуну, М.Г.Мещерякову, И.А.Савину, А.Н.Сисакянну, Л.Д.Соловьеву, М.И.Соловьеву, А.И.Тавхелидзе, Х.Я.Христову, П.А.Черенкову, А.А.Комару, И.Я.Часникову и Е.И.Мальцеву за поддержку этих исследований; С.Б.Герасимову, С.С.Герштейну, Л.Б.Окуню, Р.Ледницкому за полезные дискуссии и замечания; коллективу серпуховского ускорителя и СЭО ОИЯИ за обеспечение эксперимента во время подготовки и экспозиции БИС-2 на ускорителе; всем специалистам, принимавшим участие на различных этапах подготовки и экспозиции спектрометра; Е.М.Лихачевой за постоянное участие в эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев А.Н. и др. ЯФ, 1983, 37, с. 1479; ОИЯИ, Е1-80-760, Дубна, 1982.
2. Bunce G. et al. Phys.Rev.Lett., 1976, 36, p. 1113.
3. Heeler K. et al. Phys.Lett., 1977, 68B, p. 480.
4. Heller K. et al. Phys.Rev.Lett., 1978, 41, p. 607.
5. Skubic P. et al. Phys.Rev., 1978, D18, p. 236.
6. Aahlin P. et al. Lett.Nuovo Cimento, 1978, 21, p. 236.
7. Ganguli S.N. et al. Nuovo Cimento, 1978, 44A, p. 345.
8. Erhan S. et al. Phys.Lett., 1979, 82B, p. 301.
9. Lomanno F. et al. Phys.Rev.Lett., 1979, 43, p. 1905.

10. Raychaudhuri K. et al. Phys.Lett., 1980, 90B, p. 319.
11. Wilkenson C. C. et al. Phys.Rev.Lett., 1981, 46, p. 803.
12. Chauvat P. et al. CERN-EP-83/104.
13. Deck L. et al. Phys.Rev., 1983, D28, p.1.
14. Ефремов А.В. ЯФ, 1978, 28, с. 166.
15. Andersson B. et al. Phys.Lett., 1979, 85B, p. 417.
16. Szwed J. Phys.Lett., 1981, 105B, p. 403.
17. De Grand T.A., Miettinen H.S. Phys.Rev., 1981, D24, p. 2419.
18. Арестов Ю.И. и др. ИФВЭ, 83-124, Серпухов, 1983.
19. Леднички Р. "Частицы и ядра", ОИЯИ, т. 15, с. 617. М., 1984; ОИЯИ, E2-84-12, Дубна, 1984. Amado R.D. et al. BNL-27052, 1980.
20. Andersson B. et al. LUTP 82-13, Lund, 1982; Gustafson G. High Energy Spin Physics, 1982, p. 355.
21. Алеев А.Н. и др. "Краткие сообщения ОИЯИ" 1-84, 1984, 13; доклад, представленный на XXII Международную конференцию по физике высоких энергий, Лейпциг, 1984.
22. Айхнер Г. и др. ОИЯИ, 1-80-644, Дубна, 1980; Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, 1-81-67, Дубна, 1981; Максимов А.Н. и др. ОИЯИ, 1-81-574, Дубна, 1981; Бурилков Д.Т. и др. ОИЯИ, 10-80-656, Дубна, 1980; Бурилков Д.Т. и др. ОИЯИ, 10-81-772, Дубна, 1981.
23. Алеев А.Н. и др. ЯФ, 1982, 35, с. 1175. Sov.J.Nucl.Phys., 1982, 35, p. 687; ОИЯИ, P1-81-693, Дубна, 1981.
24. Алеев А.Н. и др. ЯФ, 1983, 37, с. 1474; Sov.J.Nucl.Phys., 1983, p. 37, p. 877; ОИЯИ, P1-82-343, Дубна, 1982; JINR, E1-82-759, Dubna, 1982.
25. Burilkov D.T. et al. Bulg.J.Phys., 1983, 10, p. 49; Bulg. J.Phys., 1983, 10, p. 185.
26. Aleev A.N. et al. Z.Phys., 1984, C23, p. 333; JINR, D1-2-895, Dubna, 1982; JINR, D1-83-865, Dubna, 1983.
27. Korner J.G. et al. Z.Phys., 1979, C2, p. 117.
28. Ebert O., Kallies W. Phys.Lett., 1983, 131B, p. 183; ЯФ, 1984, 40, с. 125.
29. Hussain F. et al. Nuovo Cimento, 1984, 79A, p. 248.
30. Pervushin V.N., Sarikov N.A. JINR, E2-84-620, Dubna, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1984 года.

Вниманию организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

СООБЩЕНИЯ, КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, ПРЕПРИНТЫ И СБОРНИКИ ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИЙ, ИЗДАВАЕМЫЕ ОБЪЕДИНЕННЫМ ИНСТИТУТОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЯВЛЯЮТСЯ ОФИЦИАЛЬНЫМИ ПУБЛИКАЦИЯМИ.

Ссылки на СООБЩЕНИЯ и ПРЕПРИНТЫ ОИЯИ должны содержать следующие элементы:

- фамилии и инициалы авторов,
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс публикации,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы /при необходимости/.

Пример:

1. Первушин В.Н. и др. ОИЯИ, P2-84-649, Дубна, 1984.

Ссылки на конкретную СТАТЬЮ, помещенную в сборнике, должны содержать:

- фамилии и инициалы авторов,
- заглавие сборника, перед которым приводятся сокращенные слова: "В кн."
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс издания,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы.

Пример:

Колпаков И.Ф. В кн. XI Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-84-53, Дубна, 1984, с.26.

Савин И.А., Смирнов Г.И. В сб. "Краткие сообщения ОИЯИ", № 2-84, Дубна, 1984, с.3.

Алеев А.Н. и др.

Д1-84-859

Поляризация очарованных барионов Λ_c^+ , рожденных в нейтрон-углеродных взаимодействиях

В эксперименте, проведенном с помощью спектрометра БИС-2 на серпуховском 70 ГэВ протонном синхротроне, измерена асимметрия в распадах Λ_c^+ , рожденных в нейтрон-углеродных взаимодействиях. Средняя величина поперечного импульса зарегистрированных Λ_c^+ составляла 0,43 ГэВ/с. Изучались распады $\Lambda_c^+ \rightarrow \bar{K}^0 p \pi^+ \pi^-$ и $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$. Асимметрии вылета барионов при распаде относительно плоскости рождения Λ_c^+ равны $A(p) = -0,24 \pm 0,13$ и $A(\Lambda^0) = 0,30 \pm 0,22$. Из этого следует, что минимальная абсолютная величина поляризации Λ_c^+ равна $0,5 \pm 0,2$.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984