

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1221 33

12 3 73

1-82-864

Е.Бартке, Т.Канарек, Р.А.Кватадзе,¹
М.Ковальски, А.Н.Соломин,² Л.М.Щеглова²

ОСОБЕННОСТИ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ
ИМПУЛЬСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
ОТНОСИТЕЛЬНО ГЛАВНОЙ ОСИ СОБЫТИЯ
В π^+ (π^-)р-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСАХ 8 И 40 ГэВ/с

Направлено в журнал "Ядерная физика"

¹ ИФВЭ Тбилисского государственного университета

² НИИЯФ Московского государственного университета

1982

1. ВВЕДЕНИЕ

Использование коллективных переменных для анализа процессов множественного рождения частиц при высоких энергиях позволило изучать такие свойства вторичных частиц, как их струйное поведение, планарность конечных адронных состояний и др., которые непосредственным образом зависят от особенностей механизма взаимодействия, т.е. процессов рассеяния и рождения кварков и глюонов и их последующей адронизации. Такой подход, как известно, оказался особенно успешным при анализе струйного характера образования адронов в процессах e^+e^- -аннигиляции и в $\nu(\bar{\nu})p$ -взаимодействиях. В последнее время появились работы ^{/1-8/}, в которых с помощью коллективных переменных изучались конфигурации событий в импульсном пространстве в адрон-адронных столкновениях при высоких энергиях. В этих исследованиях, проводившихся с целью поиска струйной структуры взаимодействий, было показано, что в рамках такого анализа наблюдается сходство между лептонными и адронными процессами с большими и малыми переданными импульсами. В то же время полученные в ряде работ /см., например, ^{/3,7/} / распределения вторичных заряженных частиц относительно главной оси события, определенной по переменным сферисити и траст, указывают на существование некоторых различий в характере множественного рождения адронов между адрон-адронными взаимодействиями и процессами e^+e^- -аннигиляции, а также $\nu(\bar{\nu})p$ -взаимодействиями. Эти данные показывают, что распределения частиц в системе главной оси события /с.г.о./ являются более чувствительными к типу взаимодействия, чем распределения по самим коллективным переменным, описывающим структуру конечных адронных состояний. Вместе с тем, использование коллективных переменных для анализа продольных и поперечных характеристик вторичных частиц в с.г.о. представляет самостоятельный интерес, т.к. такое рассмотрение может устранить тривиальные кинематические особенности, связанные с простым разворотом главного направления вылета вторичных частиц в с.ц.м. относительно оси сталкивающихся частиц, и проявить более четко динамические характеристики взаимодействия.

В данной работе на материале π^+p - и π^-p -взаимодействий при импульсах 8 и 40 ГэВ/с соответственно, рассматриваются распределения вторичных заряженных частиц по продольным и поперечным импульсам относительно главной оси события, определенной по переменной траст /Т/. Полученные результаты сравниваются с аналогичными распределениями в системе центра масс относительно оси сталкивающихся частиц.

О. С. ДИКИН
И. В. ДИКИНА
И. В. ДИКИНА
И. В. ДИКИНА

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОД АНАЛИЗА

Работа выполнена на материале 14000 π^-p -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с /с множественностью заряженных частиц $n_{ch} \geq 4$, полученном сотрудничестве по исследованию на 2-метровой пропановой пузырьковой камере ЛВЭ ОИЯИ. Методические характеристики материала подробно описаны в работах /8,9/. Используются также экспериментальные данные по π^+p -взаимодействиям при импульсе 8 ГэВ/с, полученные на 2-метровой водородной камере ЦЕРНа /10,11/. Здесь число взаимодействий с $n_{ch} \geq 4$ составило 33000.

На указанном выше экспериментальном материале были получены распределения по продольным и поперечным импульсам вторичных заряженных адронов в системе центра масс сталкивающихся частиц относительно главной оси события, совпадающей с направлением максимальной вытянутости события в импульсном пространстве. Такую систему координат мы будем называть системой главной оси /с.г.о./ в отличие от обычной системы центра масс /с.ц.м./, продольная ось которой совпадает с осью столкновения.

Для нахождения главной оси события мы воспользовались переменной траст /12,13/

$$T = \max_{\vec{n}} \frac{\sum_i |P_{\parallel i}|}{\sum_i |\vec{P}_i|}, \quad /1/$$

где $P_{\parallel i}$ - проекция импульса частицы на направление, задаваемое вектором \vec{n} /ось траста/, который выбирается так, чтобы величина T была максимальной. При этом условие равенства нулю полного импульса удовлетворялось путем введения вектора недостающего импульса нейтральных частиц. Вектор \vec{n} задает, таким образом, направление максимальной вытянутости импульсной конфигурации события, т.е. направление его главной оси.

Переменная T представляется более предпочтительной для нахождения оси события, т.к. она, в отличие от сферисити, является линейной формой по компонентам импульсов, и в ней, тем самым, естественным образом учтены импульсы первоначально родившихся резонансов, поскольку вклад продуктов распада при такой процедуре эквивалентен вкладу самих резонансов. Исключение составляют те случаи, когда продукты распада резонанса попадают в разные полусферы с.г.о.

3. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИЧНЫХ АДРОНОВ ПРИ ПОВОРОТЕ ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ СИСТЕМЫ ЦЕНТРА МАСС В НАПРАВЛЕНИИ НАИБОЛЬШЕЙ ВЫТЯНУТОСТИ СОБЫТИЯ

На рис.1 показаны распределения заряженных частиц по переменной $x = P_{\parallel} / P_{\max}$ в с.ц.м. и в с.г.о. для разных интервалов поперечного импульса (P_{\perp}) и при различных множественностях (n_{ch}). Из

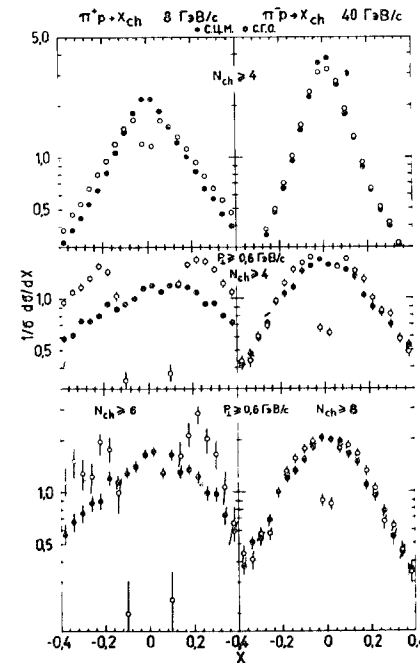


Рис.1

рисунка видно, что в центральной части распределений в с.г.о. образуется провал, ширина которого увеличивается с величиной P_{\perp} и практически не зависит от n_{ch} . С увеличением энергии столкновения провал сужается.

Сравнивая распределения заряженных частиц по P_{\parallel} в с.г.о. при 8 и 40 ГэВ/с /рис.2/, мы видим, что ширина провала в распределении по P_{\parallel} в меньшей степени, чем в распределении по x , зависит от энергии.

Основная причина возникновения провала кроется, по-видимому, в способе нахождения главной оси события. Ее направление оказывается, естественно, скоррелированным со всеми импульсами частиц в событии. Причем в силу требования максимальной величины T , т.е. максимальной в каждой из полусфер сумм проекций всех векторов импульсов на главную ось, практически всегда будет найдено такое по-

ложение этой оси в пространстве, что импульсы частиц, вылетающих под углами $\sim 90^\circ$ в с.г.о., будут иметь ненулевые, максимально возможные по абсолютной величине проекции на эту ось. Следовательно, в распределении по P_{\parallel} в с.г.о. некоторая /сравнительно узкая/ окрестность около $P_{\parallel} = 0$ будет заполнена с относительно малой плотностью, т.е. образуется провал.

Вместе с тем, хотя сравнение наших данных с процессами e^+e^- -аннигиляции в адроны не входит в круг вопросов, рассматриваемых в данной статье, т.к. механизмы этих двух типов взаимодействий существенно различны, стоит заметить следующее. В аналогичных распределениях в e^+e^- -взаимодействиях провала в центральной области практически не видно /14/, что свидетельствует о большей плотности частиц в центральной области в этих процессах. Факт отсутствия заметного провала в распределениях по продольным переменным относительно оси струй в e^+e^- -аннигиляции, предсказываемого квантовой хромодинамикой, стал предметом специального теоретического обсуждения /15/, однако вопрос пока остается открытым.

Для оценки того, насколько величина провала обусловлена способом определения оси системы, экспериментальное распределение по продольной быстрой, y , в с.г.о. при импульсе 40 ГэВ/с, было сопоставлено с аналогичным распределением, получающимся для искусственных событий, разыгранных по мультипериферической модели

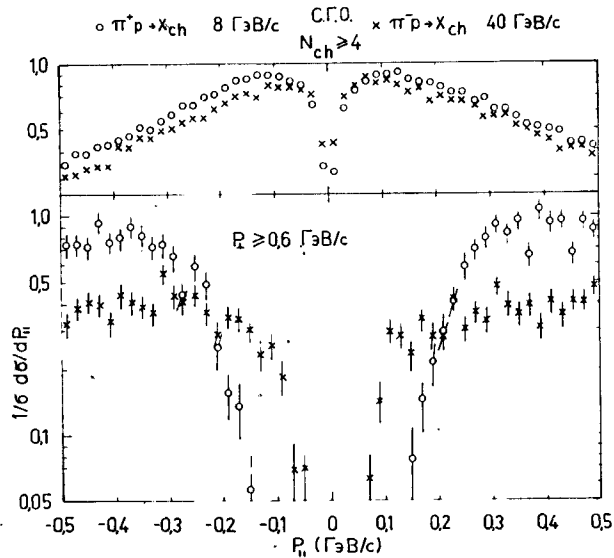


Рис. 2

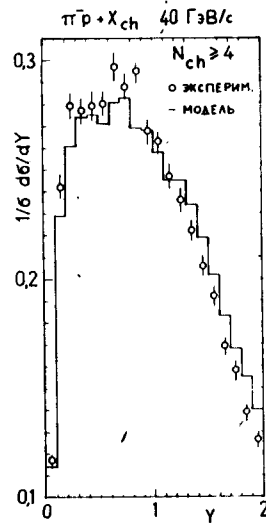


Рис. 3

ФИАН /ЛИМ/ ^{16/} /на рис.3 показаны только части этих распределений в пределах $0 \leq y < 2/$. Отметим, что эта модель успешно описывает одночастичные спектры в с.ц.м. в π^-p -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с ^{17/}. Как видно из рис.3, на моделированных событиях проявляется такой же провал, как и в экспериментальных распределениях. Так как в ЛИМ не предполагается кварковой структуры взаимодействующих адронов, то можно считать /см. рис.3/, что провал в центральной области не является, по-видимому, следствием какой-либо динамики, связанной с кварк-партономным механизмом взаимодействия.

На рис.4 представлена зависимость среднего поперечного импульса заряженных частиц, $\langle P_{\perp} \rangle$, от переменной x в с.ц.м. и в с.г.о. для различных множественностей при импульсах 8 и 40 ГэВ/с /т.н. "Эффект чайки"/. Приведенные результаты показывают, что в π^+p -взаимодействиях при 8 ГэВ/с средний поперечный импульс заряженных адронов падает практически до нуля в областях $|x| \sim 1$, т.е. в областях фрагментации, при переходе в с.г.о. Этот же эффект, хотя и в менее яркой выраженной форме, наблюдается и в π^-p -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с, особенно для передней полусферы. Отсутствие уменьшения $\langle P_{\perp} \rangle$ в задней полусфере мы связываем в значительной мере с методическими особенностями этого эксперимента, в частности, с наличием существенного количества неидентифицированных протонов в этой полусфере.

Таким образом, экспериментальные данные, представленные на рис.4, свидетельствуют о том, что с.г.о. является более естест-

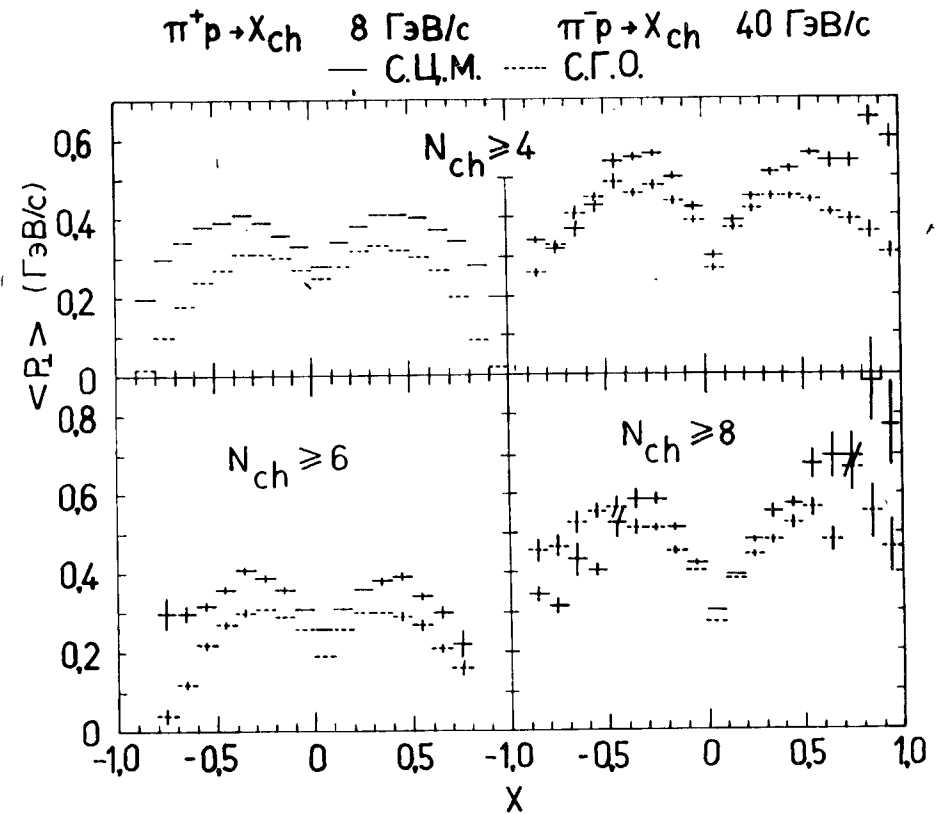


Рис.4

венной системой отсчета для анализа мягких, периферических процессов, таких, как дифракция и фрагментация. Этим процессам при значениях $|x| \sim 1$ в с.г.о. соответствуют, как и следовало ожидать, малые P_{\perp} , в отличие от с.ц.м., где повышенные значения P_{\perp} в областях фрагментации есть простое следствие общего поворота главной оси разлета фрагментов налетающих адронов.

Подводя итоги, отметим следующее. Совмещение продольной оси системы центра масс с направлением наибольшей вытянутости импульсной конфигурации события приводит к существенному изменению величин поперечных и продольных импульсных характеристик вторичных частиц. Проведенный анализ экспериментальных данных по $\pi^+(\pi^-)p$ -взаимодействиям при 8 и 40 ГэВ/с показывает, что в распределениях заряженных частиц по продольным переменным образуется провал в центральной области, обусловленный, в основном, характером процедуры нахождения главной оси события. Вместе с тем устраня-

ется искажение продольных и поперечных импульсных характеристик частиц, образующихся в таких процессах, как дифракция и фрагментация, что, по-видимому, открывает новые возможности для выделения и изучения этих явлений.

В заключение авторы выражают благодарность членам коллаборации Аахен - Берлин - ЦЕРН - Краков - Варшава под руководством Д.Р.О.Моррисона за предоставление экспериментальных данных по π^+p -взаимодействиям при 8 ГэВ/с, участникам сотрудничества по исследованиям на 2-метровой пропановой пузырьковой камере за помощь в обработке экспериментального материала по π^-p -взаимодействиям при 40 ГэВ/с. Мы признательны В.Г.Гришину за поддержку в работе и многочисленные обсуждения и Р.Сосновскому /ИЯИ, Варшава/ за стимулирующие дискуссии. Мы благодарим также Р.К.Деметьева, А.М.Орлова, А.Г.Пузырного и В.И.Рудя за ценные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deutschmann M. et al. Nucl.Phys., 1979, B155, p.307.
2. Göttgens R. et al. Nucl.Phys., 1981, B178, p.392.
3. Barth M. et al. Nucl.Phys., 1981, B192, p.289.
4. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-81-542, Дубна, 1981.
5. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-82-252, Дубна, 1982.
6. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, 1-81-687, Дубна, 1982.
7. Renton P.V. Preprint Oxford University, 62-82, 1982; Invited talk, given at XIII Int.Symp. on Multipart.Dyn., Volendam, 1982.
8. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, P1-6326, Дубна, 1972.
9. Абдурахимов А.У. и др. ЯФ, 1973, т.18, с.545.
10. Voesebeck K. et al. Nucl.Phys., 1968, B4, p.501.
11. Voesebeck K. et al. Nucl.Phys., 1971, B28, p.381.
12. Brandt S. et al. Phys.Lett., 1964, 12, p.57.
13. Brandt S., Dahmen H.D. Z.Phys., 1979, C1, p.61.
14. Brandelik R. et al. Phys.Lett., 1981, 89B, p.418.
15. Азимов Я.И. и др. В сб.: Физика высоких энергий. Материалы XVII зимней школы ЛИЯФ, Л., 1982, с.162.
16. Волков Е.И. и др. ЯФ, 1973, 17, с.407; 18, с.437.
17. Волков Е.И., Канарек Т. ОИЯИ, 1-8035, Дубна, 1974; Препринт ФИАН, М., 1975, с.115.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 декабря 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

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

Бартке Е. и др. 1-82-864
Особенности продольных и поперечных импульсных характеристик заряженных частиц относительно главной оси события в $\pi^+(\pi^-)p$ -взаимодействиях при импульсах 8 и 40 ГэВ/с

Анализируются изменения продольных и поперечных импульсных характеристик вторичных заряженных частиц, образованных в $\pi^+(\pi^-)p$ -взаимодействиях при 8 и 40 ГэВ/с, при совмещении продольной оси системы центра масс с направлением наибольшей вытянутости импульсной конфигурации события. Обсуждается целесообразность использования такой системы координат для анализа мягких процессов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Bartke E. et al. 1-82-864
Properties of Longitudinal and Transverse Momentum Characteristics of Charged Particles Relative to the Event Principal Axis in $\pi^+(\pi^-)p$ Interactions at 8 and 40 GeV/c

Alterations in longitudinal and transverse momentum characteristics of charged secondaries produced in $\pi^+(\pi^-)p$ interactions at 8 and 40 GeV/c are analysed when the thrust direction is taken as the longitudinal axis of the center-of-mass system. The usefulness of such frame is discussed.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод авторов.