

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

4121/83

15/8-83

P2-83-324

В.С.Барашенков, Ж.Ж.Мусульманбеков,
Н.В.Славин, В.В.Ужинский

О МОДЕЛИРОВАНИИ
НЕУПРУГИХ СТОЛКНОВЕНИЙ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ АДРОНОВ

Направлено в журнал
"Ядерная физика"

1983

Для решения различных теоретических и прикладных задач - расчета внутриядерных каскадов, распространения частиц в веществе и т.п. - необходим метод вычисления отдельных актов /"звезд"/ неупругих адрон-адронных столкновений, который был бы экономен по времени и вместе с тем давал достаточно подробные сведения о свойствах рождающихся частиц. В работах^{/2,3/} описаны подходы, которые с помощью монте-карловского розыгрыша позволяют рассчитывать результирующие характеристики вторичных частиц после распада всех образующихся резонансов. Для расчета параметров резонансных частиц /это необходимо, например, при моделировании внутриядерных каскадов в области высоких энергий/ известен пока лишь метод Левченко и Николаева^{/1/}. Этот метод также основан на монте-карловском моделировании, но в отличие от работ^{/2,3/}, где характеристики рождающихся частиц разыгрываются по феноменологическим распределениям, здесь для этого используются определенные модельные представления.

Мы хотим обратить внимание на некоторые достоинства и недостатки метода^{/1/}. Как видно из рис.1, с помощью этого метода неплохо воспроизводится средняя множественность мезонов и нуклонов после распада всех резонансов. Некоторые расхождения проявляются лишь при энергиях, превышающих несколько сотен ГэВ: расчетная множественность мезонов больше экспериментальной и близка к суммарной множественности мезонов, странных частиц и антинуклонов. Аналогичные результаты получаются и для π -N столкновений.

Значительно хуже воспроизводится множественность резонансов и прямых /нераспадных/ мезонов. Приблизительное согласие с точностью до фактора 1,5-2 имеет место при $T < 100$ ГэВ*, при больших энергиях - согласие грубо качественное /рис.2 и таблица/. Расхождения с опытом становятся особенно заметны, если рассмотреть отдельные каналы реакции. Например, отношение экспериментального и теоретического сечений канала $p + p \rightarrow \Delta^{++} + n$ при $T = 5; 10; 10^3$ ГэВ составляет соответственно $\sigma_{\text{эксп.}} / \sigma_{\text{теор.}} = 0,3; 0,15; 0,05$.

Причина расхождений в области высоких энергий состоит в том, что модель^{/1/} пока учитывает всего только три резонанса: ω , ρ и Δ . Поэтому, чтобы получить правильную суммарную множественность $\langle n \rangle$, модель вынуждена существенно завышать выход этих частиц, имитируя таким образом вклад неучтенных еще резонансов. Подобные

*Здесь и везде ниже T - кинетическая энергия налетающей частицы в лабораторной системе координат.

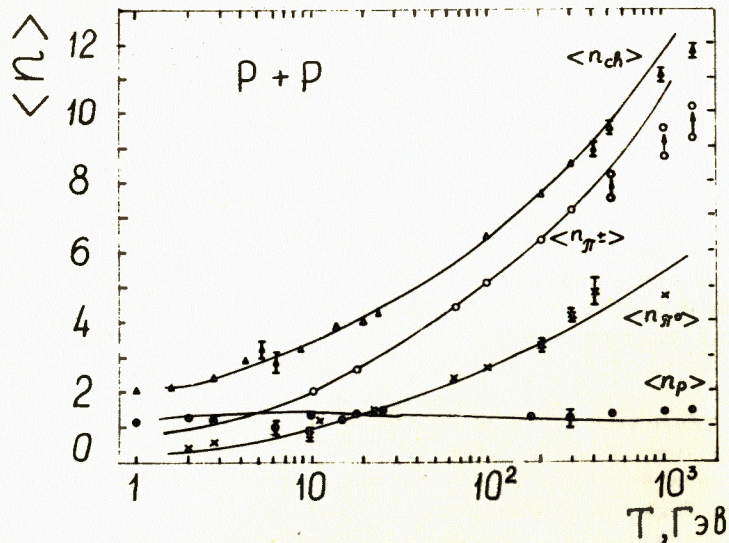


Рис.1. Средняя множественность частиц, рождающихся в неупругом $p-p$ взаимодействии. Кривые - расчет. Знакками \bullet , \times , \circ нанесены экспериментальные данные соответственно для протонов, π^0 -мезонов, π^\pm -мезонов; значками \blacktriangle указана суммарная множественность протонов и заряженных π -мезонов. Стрелками показано увеличение множественности за счет вклада странных частиц и антинуклонов. Библиографию экспериментальных данных см. в ^{/3/}.

Таблица

Сравнение расчетных и экспериментальных значений средней множественности Δ^{++}

Реакция	T, ГэВ	$\langle n_{\pm\Delta p} \rangle$	эксп. теор.
		$\langle n \rangle$	
$pp \rightarrow \Delta^{++} x$	5,7	$0,52 \pm 0,05$	^{/6/}
	68	$0,16 \pm 0,02$	^{/7/}
	302	$0,27 \pm 0,02$	^{/6/}
$\pi^- p \rightarrow \Delta^{++} x$	11	$0,54 \pm 0,04$	^{/8/}
	100	$0,27 \pm 0,09$	^{/5/}
	200	$0,24 \pm 0,09$	^{/5/}
	360	$0,25 \pm 0,08$	^{/5/}

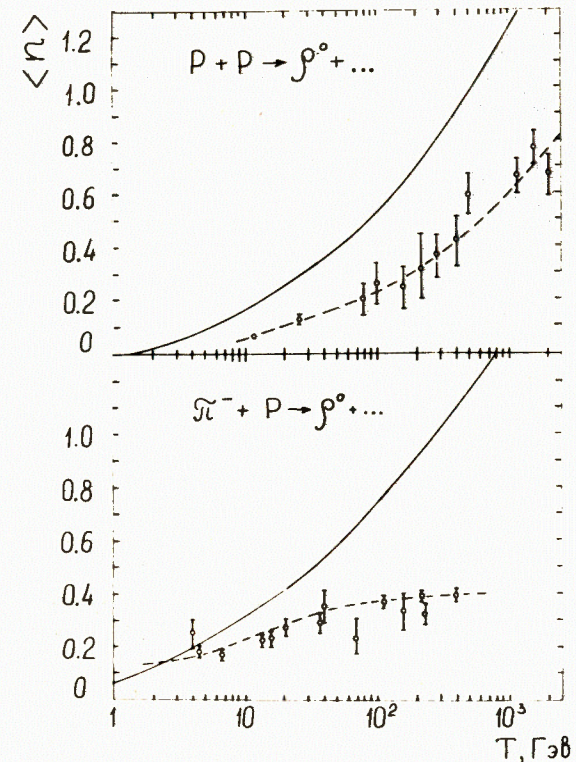


Рис.2. Множественность ρ^0 -мезонов в $p-p$ и π^-p столкновениях. Сплошные кривые - расчеты, пунктир - аппроксимация экспериментальных данных ^{/4/}.

расхождения проявятся во всякой модели с ограниченным числом резонансных состояний.

Рис.3 и 4 иллюстрируют точность воспроизведения суммарных, послераспадных угловых и импульсных распределений вторичных частиц. Импульсные распределения согласуются с опытом хуже, чем при использовании метода, описанного в работах ^{/2,3/}, однако различия здесь не очень велики.

Значительно меньшее согласие наблюдается в случае резонансов. В частности, особенностью модели является то, что все вторичные барионы, в том числе Δ^{++} , рождаются с максимумом при $|x| = 1$, в то время как в опыте для Δ^{++} в этой области наблюдается минимум /см. рис.5/. В этом случае можно говорить лишь о грубо качественном согласии эксперимента и теории.

Таким образом, предложенная в работах ^{/1/} модель множественного рождения частиц с учетом резонансных каналов в пределах экспериментальных погрешностей достаточно хорошо описывает рас-

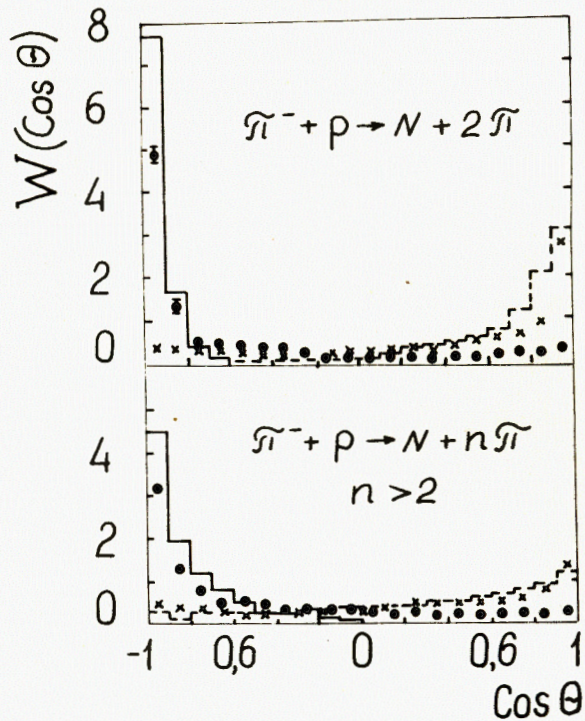


Рис.3. Угловые распределения частиц в неупругом π^-p взаимодействии при $T = 3,86$ ГэВ. Сплошные и пунктирные гистограммы - расчет для протонов и π^\pm -мезонов. Значками \bullet и \times нанесены соответствующие экспериментальные данные^{/2/}.

пределения частиц после распада резонансов. Моделирование, основанное на использовании феноменологических распределений^{/2,3/}, вообще говоря, позволяет получить лучшее описание, однако метод Левченко и Николаева имеет преимущество в скорости счета, особенно при $T \gg 10$ ГэВ./для того, чтобы удовлетворить законам сохранения энергии-импульса и электрического заряда, при использовании метода^{/2,3/} приходится выполнять многократные повторные определения параметров частиц. Розыгрыш этих параметров по двумерным распределениям $d^2\sigma/dx dp_\perp^2$ - тоже весьма трудоемкая операция^{/3/}.

В области энергий до нескольких десятков ГэВ этот метод можно применять для приближенного описания реакций с резонансами*.

* При $T < 1,5$ ГэВ заложенные в основу модели предположения становятся неверными. В этой области следует использовать подходы, описанные в работах^{/2,10/}.

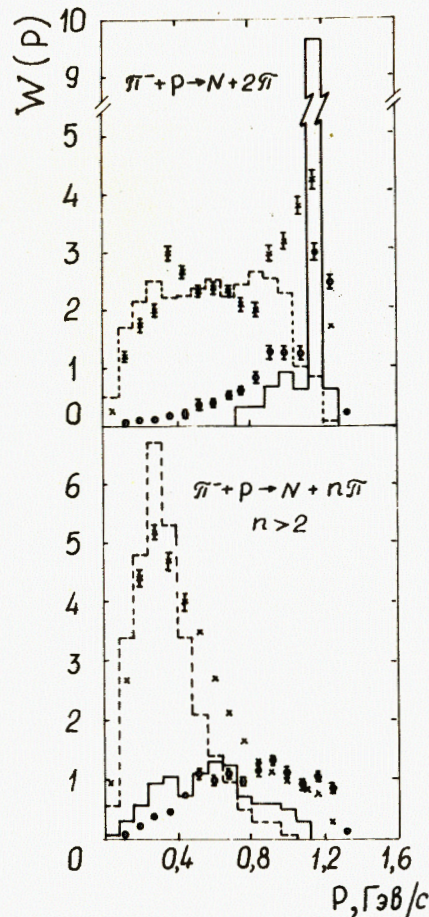


Рис.4. Импульсные распределения частиц в неупругом π^-p взаимодействии при $T = 3,86$ ГэВ. Все обозначения - как на рис.3.

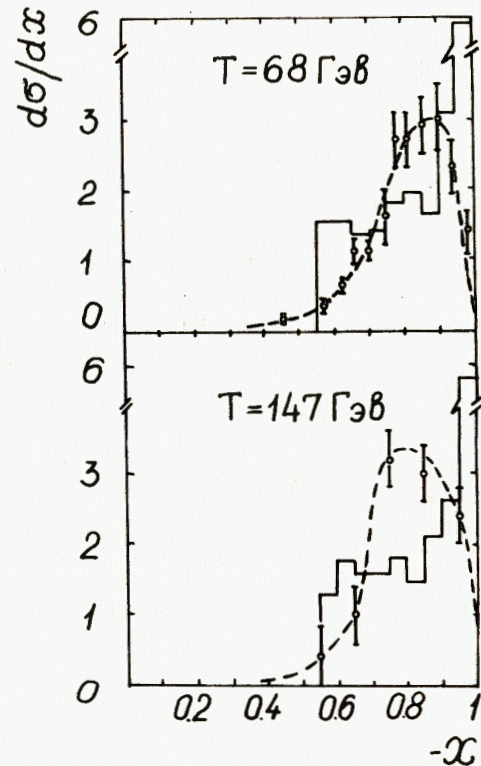


Рис.5. Дифференциальное сечение инклюзивной реакции $p+p \rightarrow \Delta^{++} + \dots$ /в относительных единицах/. Гистограммы - расчет, пунктир - аппроксимация экспериментальных точек^{/7,9/}. $x = 2p_\parallel s^{-1/2}$, где p_\parallel - продольная компонента импульса протона, s - квадрат полной энергии в с.ц.м.

Мы благодарны Б.Б.Левченко^{/1/}, передавшему нам программу расчета столкновения барионов. Эта программа послужила основой разработки соответствующей программы для мезон-барионных взаимодействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левченко Б.Б. ЯФ, 1981, т.34, с.853; Левченко Б.Б., Николаев Н.Н. ЯФ, 1982, т.36, с.453.
2. Барашенков В.С., Тонеев В.Д. Взаимодействие высокоэнергетических частиц и атомных ядер с ядрами. Атомиздат, М., 1972.
3. Barashenkov V.S., Slavin N.V. Acta Phys.Polonica, 1981, vol.B12, p.563,951,959; Славин Н.В. ОИЯИ, Б1-2-82-744, Дубна, 1982.
4. Shouten M. et al. Z.Phys., 1981, vol.C9, p.93; Drijard D. et al. Z.Phys., 1981, vol.C9, p.293; Suzuki A. et al. Lett.Nuovo Cim., 1979, vol.24, p.449.
5. Higgins P.D. et al. Phys.Rev., 1979, vol.D19, p.65.
6. Dao F.T. et al. Phys.Rev.Lett., 1979, vol.30, p.34.
7. Аммосов В.В. и др. ЯФ, 1978, т.24, с.59.
8. Ward R. et al. Nucl.Phys., 1978, vol.B141, p.203.
9. Brick D. et al. Phys.Rev., 1980, vol.D21, p.632.
10. Harp G.D. et al. Phys.Rev., 1973, vol.C8, p.581; 1974, vol.C10, p.2387; Cinocchio S.N. Phys.Rev., 1978, vol.C17, p.195; Амелин Н.С. ОИЯИ, Р2-80-661, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 мая 1983 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.
Д1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12450	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.
Д11-80-13	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

Барашенков В.С. и др.
О моделировании неупругих столкновений
высокоэнергетических адронов

P2-83-324

Характеристики неупругих адрон-адронных "звезд", генерированных методом, предложенным в работах /1/, сопоставляются с экспериментом. Расчет хорошо воспроизводит экспериментальные данные для послераспадных частиц и значительно хуже - для рождающихся резонансов.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Barashenkov V.S. et al.
About Simulation of Inelastic High Energy
Hadron Collisions

P2-83-324

Characteristics of Inelastic hadron-hadron collisions simulated by the method are compared with experiment. Two calculated experimental data are in good agreement if the decays of created particles is taken into account. The agreement is worse for the primary nondecayed particles.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.