

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1-94-238

На правах рукописи

УДК 539.12+539.172.17

БЕЛАГА

Виктория Владимировна

ИЗУЧЕНИЕ МНОГОЧАСТИЧНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ
В ЯДЕРНЫХ СОУДАРЕНИЯХ БОЛЬШОЙ ЭНЕРГИИ

Специальность: 01.04.16 — физика ядра
и элементарных частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1994

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований и Институте ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук,
профессор

Г.М.Чернов

Официальные оппоненты

доктор физико-математических наук,
профессор

И.М.Граменицкий

доктор физико-математических наук

В.А.Смирнитский

Ведущая организация:

Физический институт им.П.Н.Лебедева РАН, Москва

Защита состоится "_____" _____ 1994 г. в _____ часов 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.

Автореферат разослан "_____" _____ 1994 г.

Ученый секретарь

Специализированного совета

М.Ф.Лихачев

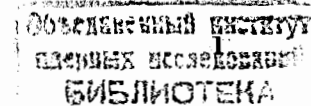
АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение корреляционных связей в конечных состояниях многочастичных реакций физики высоких энергий является определяющим инструментом исследования их динамики и поиска новых гипотетических свойств адронной и ядерной материи. Это обусловлено многими факторами, среди которых отметим низкую чувствительность простейших характеристик неупругих взаимодействий - множественностей и одночастичных инклюзивных спектров частиц - к выбору между большим числом различных теоретических подходов к проблемам множественного образования, мультифрагментации ядер и т.д.

В большинстве работ, посвященных корреляционному анализу неупругих соударений лептонов, адронов и ядер, рассматривались двухчастичные (редко - трехчастичные) корреляции. Информация о корреляционных связях более высокого порядка извлекалась косвенным путем либо из этих данных, либо из так называемых "глобальных" характеристик индивидуальных событий (event-by-event analysis). Прямой поиск и изучение корреляций произвольного порядка (в подсистемах из $k \geq 3$ вторичных частиц) производились крайне редко, к тому же методология такого изучения надо признать недостаточно развитой. В то же время стремительное продвижение физики высоких энергий в область все более высоких энергий столкновения и массовых чисел сталкивающихся ядер для ядро-ядерных взаимодействий делает все более актуальной задачу исследования корреляций высокого порядка, так как множественности частиц конечного состояния достигают очень больших значений.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель настоящей работы состояла в разработке и апробации новых методов прямого многочастичного корреляционного анализа реакций большой множественности. Апробация методов заключала в



себе как изучение поведения рассматриваемых корреляционных характеристик в простейших стандартных условиях протекания этих реакций (действие законов сохранения, инклюзивный характер эксперимента, генерация двухчастичных промежуточных образований (резонансов)), так и их применение к доступному автору экспериментальному материалу по множественному рождению частиц и фрагментации ядер в адрон-нуклонных, адрон-ядерных и ядро-ядерных соударениях при высоких энергиях.

Научная новизна

Впервые предложены и (или) апробированы для анализа экспериментальных данных по множественному образованию частиц и мультифрагментации ядер ряд методов многочастичного корреляционного анализа. Оценена их чувствительность к корреляциям, обусловленным распадами двухчастичных резонансов. Получен ряд эмпирических закономерностей для угловых корреляций в адрон-нуклонных, адрон-ядерных и ядро-ядерных соударениях, некоторые из которых вместе с методологией их наблюдения и анализа – единственны.

Научная и практическая ценность

Методология и результаты работы могут найти применение в задачах поиска и исследования различных корреляций в многочастичных конечных состояниях реакций, изучаемых в физике высоких энергий.

Апробация работы и публикации

Результаты диссертационной работы докладывались на научной сессии Отделения ядерной физики АН СССР (Москва, ИТЭФ, 1990 г.), совещаниях сотрудничества ГИБС (Алма-Ата, 1991 г.) и ФЭК ОИЯИ (Дубна 1991–1992 гг.) и на семинарах отдела ядерной физики ИЯФ АН РУз и научно-экспериментального камерного отдела Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. Основное содержание ее опубликовано в работах [1 – 7].

АВТОР ЗАЩИЩАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Впервые апробирован аппарат корреляционных функций произвольной кратности; предложены и апробированы два общих метода изучения многочастичных азимутальных корреляций.

2. Оценена чувствительность предложенных методов к образованию частиц через распады двухчастичных промежуточных образований.

3. Проведен систематический и сравнительный поиск многочастичных корреляций в hN , hA и AB соударениях. Обнаружены многочастичные азимутальные корреляции, сохраняющиеся вплоть до максимальных множественностей рождающихся частиц в hN – событиях при 200 – 400 ГэВ. Величина корреляций при одинаковых множественностях зависит от типа соударения. Оценена доля частиц, образованных при распадах двухчастичных резонансов в hN и hA соударениях. Экспериментальные данные при $E_0 \leq 400$ ГэВ противоречат чисто коллективным моделям множественного образования частиц.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, двух приложений и списка литературы – всего 103 страницы, включая 17 рисунков, 6 таблиц и библиографию из 57 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении описаны общая ситуация с корреляционным анализом многочастичных реакций, постановка задачи и краткое содержание работы.

В первой главе рассмотрен аппарат многочастичных корреляционных функций (КФ).

Нормированная k -частичная КФ может быть представлена в виде

$$R_k(1, \dots, k) \equiv R_k(x_1, \dots, x_k) = R_k'(1, \dots, k) - R_k''(1, \dots, k), \quad (1)$$

где R_k' - "полный" k -частичный коррелятор, выражающийся в отличии k -частичной плотности распределения по произвольной переменной x от произведения k одночастичных плотностей

$$R_k'(1, \dots, k) = \rho_k(1, \dots, k) / \prod_{i=1}^k \rho_1(i) - 1, \quad (2)$$

а R_k'' характеризует сумму вкладов в него корреляций порядка $2, \dots, k-1$. Таким образом R_k представляет собой величину, характеризующую "истинные" k -частичные корреляции, несводимые к эффектам более низкого порядка. Полный набор КФ $R_2(i, j)$, $R_3(i, j, k), \dots$ ($i, j = 1, \dots, n$) дает полную информацию о всевозможных корреляционных связях в изучаемом конечном состоянии n -частичной реакции.

В работе предложен также более общий вид КФ

$$R_k^{(m)}(1, \dots, k) = R_k'(1, \dots, k) - R_k''^{(m)}(1, \dots, k), \quad (3)$$

где $R_k''^{(m)}$ - сумма вкладов в полную КФ R_k' от корреляций в подсистемах из $\leq m$ вторичных частиц ($m \leq k-1$). (3) переходит в (1) при $m = k-1$. Физический смысл $R_k^{(m)}$ очевиден.

Элементы корреляционных матриц, соответствующих КФ R_k или $R_k^{(m)}$, образуют гиперкуб в k -мерном пространстве, их число возрастает с увеличением k как M^k , где M - число интервалов разбиения области определения изучаемой переменной x , т.е. очень быстро. Однако в большом числе задач требуется информация лишь о диагональных элементах матрицы, дающих представление о так называемых "короткодействующих" корреляциях, т.е. о КФ $R_k(x = x_1 = \dots = x_k) \equiv R_k(x)$. Общие соотношения для КФ произвольного порядка в диагональном случае существенно упрощаются. В диссертации приведены явные выражения для вычисления диагональных КФ и эмпирических плотностей при любых k .

Одним из хорошо установленных факторов, приводящих к короткодействующим корреляциям между вторичными частицами, является рождение значительной части из них через распады известных резонансов (главным образом, двухчастичных).

Выяснение чувствительности многочастичных КФ к этому фактору является важным при оценке перспективности их использования для поиска ряда интереснейших гипотетических явлений (тяжелые нестабильные промежуточные образования, "направленное" испускание многих частиц, возникающее при реализации таких механизмов, как адронное черенковское излучение, ядерные ударные волны и т.д.). Необходимые оценки были получены в диссертации с помощью статистического моделирования.

Для его проведения были использованы сведения о свойствах hN и hA соударений при $E_0 = 200 - 400$ ГэВ, полученные в ряде экспериментов на ускорителе FNAL (выбор этого диапазона первичных энергий был обусловлен возможностями апробации метода на доступном нам экспериментальном материале (см. ниже)). Использовались экспериментальные данные о распределениях по множественностям $f(n_s)$ и стандартное отклонение $\sigma(\eta)$ инклюзивных одночастичных распределений по псевдобыстродам $\eta = -\ln t g(\theta/2)$ для релятивистских частиц. Была рассмотрена простая модель независимого рождения отдельных частиц и двухчастичных резонансов (доля δ частиц от распада последних варьировалась, $0 \leq \delta \leq 1$), в которой распад резонансов предполагался изотропным (для такого распада η - распределение - приближенно нормально со стандартом $\sigma_0 = 0.8$). Значения псевдобыстрот независимо рождающихся одиночных частиц и резонансов также предполагались распределенными по нормальному закону с тем, чтобы $\sigma(\eta)$ для суммарного η - распределения вторичных частиц совпадала с соответствующим эмпирическим значением для каждого разыгрываемого ансамбля событий. Требовалось также точное соответствие разыгрываемых и реальных $f(n_s)$. Допущенное пренебрежение кинематическими корреляциями ("выключение" законов сохранения энергии и импульса), по нашим оценкам, не влияло на корректность ответов на два основных вопроса, поставленных нами: а) чувствительны ли КФ произвольной кратности к наличию частиц от распадов двухчастичных резонансов и б) как эти КФ зависят от доли δ таких частиц в конечном состоянии.

Описанное моделирование позволило сделать следующие заключения.

1. Полные инклюзивные КФ R_k' линейно возрастают с увеличением δ при всех k .

2. Вклад этого роста в R_k' мал по сравнению с вкладом псевдокорреляций, обусловленных неоднородностью событий, составляющих инклюзивные ансамбли nN и nA соударений при $E_0 = 200 - 400$ ГэВ. Таким образом аппарат инклюзивных КФ малочувствителен к определению δ при этих E_0 , что связано с небольшой величиной превышения суммарного стандарта $\sigma(\eta)$ η -распределения над соответствующей изотропному распаду ($\sigma(\eta)/\sigma_{\text{изотр}} \approx 2$). При очень высоких E_0 (скажем, > 1 ТэВ) ситуация может измениться в лучшую сторону.

3. Значения R_k при $k \geq 3$ не зависят от δ ; это означает принципиальную возможность использования многочастичных КФ для поиска "тяжелых" (многочастичных) промежуточных образований.

Во второй главе диссертации описана новая методология, предлагаемая для поиска и изучения многочастичных корреляций в поперечной плоскости соударения (азимутальных корреляций).

Простейшими и "естественными" случайными величинами, характеризующими азимутальные корреляции заданного, но произвольного порядка, могут служить:

а) минимальная длина дуги окружности единичного радиуса, содержащая произвольное число k ($2 \leq k \leq n$) упорядоченных азимутальных углов φ_i (разности $k-1$ порядка):

$$\varphi_{k-1}^{(n)} = \begin{cases} \varphi_{i+k-1} - \varphi_i & (1 \leq i \leq n-k+1), \\ 2\pi + \varphi_{i+k-1-n} - \varphi_i & (n-k+1 < i \leq n), \end{cases} \quad (4)$$

б) дисперсия φ -распределения тех же (произвольных) групп частиц:

$$\sigma_k^{(n)^2} = \begin{cases} \sum_{l=i}^{i+k-1} (\varphi_l - \overline{\varphi}_{k,i}^{(n)})^2 / (k-1) & (1 \leq i \leq n-k+1), \\ \left[\sum_{l=i}^n (\varphi_l - \overline{\varphi}_{k,i}^{(n)})^2 + \sum_{l=1}^{i+k-1-n} (2\pi + \varphi_l - \overline{\varphi}_{k,i}^{(n)})^2 \right] / (k-1) & (n-k+1 < i \leq n), \end{cases} \quad (5)$$

где

$$\overline{\varphi}_{k,i}^{(n)} = \begin{cases} \sum_{l=i}^{i+k-1} \varphi_l / k & (1 \leq i \leq n-k+1), \\ \left[\sum_{l=i}^n \varphi_l + \sum_{l=1}^{i+k-1-n} (2\pi + \varphi_l) \right] / k & (n-k+1 < i \leq n). \end{cases}$$

В работе были найдены статистические характеристики случайных величин (4), (5) в нулевом приближении (независимое испускание частиц) - законы распределения, производящие функции, моменты и т.д. В частности, стандартные отклонения распределений по $\varphi_{k-1}^{(n)}$ и $\sigma_k^{(n)^2}$ в этом приближении равны соответственно

$$\sigma_0[\varphi_{k-1}^{(n)}] = (2\pi/n)[(k-1)(n-k+1)/(n+1)]^{1/2} \quad (6)$$

и

$$\sigma_0[\sigma_k^{(n)^2}] = \frac{\pi^2}{3} \frac{(k+1)(k+2)}{k(k-1)n(n+1)} \times \left[\frac{(k+3)(k+4)(5k^2-k+6)}{5(n+2)(n+3)} - \frac{(k-1)k(k+1)(k+2)}{n(n+1)} \right]^{1/2} \quad (7)$$

Значения характеристик распределений $\varphi_{k-1}^{(n)}$ и $\sigma_k^{(n)^2}$ при наличии одних лишь кинематических корреляций (модель фазового объема) находились моделированием.

Как и в случае многочастичных КФ была исследована чувствительность характеристик (4) и (5) к рождению части вторичных частиц через короткоживущие двухчастичные состояния. Рассматривалась простая модель, в которой m из n вторичных частиц ($n/2 \leq m \leq n$) испускаются независимо друг от друга с равномерной плотностью вероятности $f(\varphi) = 1/2\pi$. Оставшиеся $(n-m)$ частиц предполагались испущенными с азимутальными углами $\varphi_{i+m+1} = \varphi_i + \varepsilon$ ($i = 1, \dots, n-m$), где ε ($0 \leq \varepsilon \leq \pi$) - азимутальный угол между частицами от распада двухчастичного резонанса. Полная доля таких распадных частиц в событии разна $\delta = 2(n-m)/n$.

Рассматривались следующие гипотезы относительно распределения по углу ϵ : а) $\epsilon \rightarrow 0$ (поперечные импульсы резонансов \gg таковых для продуктов их распада), б) $\epsilon \rightarrow \pi$ ($\langle p_T \rangle$ резонансов \ll таковых для распадных частиц) и, наконец, в) реалистический случай, когда для вычисления $d\sigma/d\epsilon$ были использованы опытные данные (относительные выходы различных резонансов, основные каналы распада, форма p_T - распределений и зависимость средних $\langle p_T \rangle$ от массы резонанса) для pp - соударений при $E_0 = 200 - 400$ ГэВ, полученные в FNAL с помощью жидководородных камер. Основные результаты анализа можно свести к следующим:

1. Распределения по $\Phi_{k-1}^{(n)}$ и $\sigma_k^{(n)^2}$ (более определенно, приведены данные об их стандартах) позволяют не только определять вероятность рождения этих частиц через распады двухчастичных резонансов, но и оценивать их поперечные импульсы.

2. Чувствительность методов к определению доли δ возрастает с увеличением k , но уменьшается с ростом n , так что ее определение при $n \geq 30$ становится затруднительным.

Полученные "калибровочные" зависимости стандартов $\sigma[\Phi_{k-1}^{(n)}]$ и $\sigma[\sigma_k^{(n)^2}]$ от δ при реалистических предположениях о свойствах рождающихся резонансов были (ниже) использованы для анализа экспериментальных данных.

В третьей главе диссертационной работы представлено ее основное физическое содержание - результаты применения описанных в гл. 1, 2 методов корреляционного анализа к доступным автору экспериментальным данным, а также их обсуждение.

Анализируемый в работе экспериментальный материал состоял из неупругих протон-нуклонных (pN), пион-нуклонных (πN), протон-ядерных (pA) и пион-ядерных (πA) соударений при $p_0 = 200$ ГэВ/с, pN и pA соударений при $p_0 = 400$ ГэВ/с и взаимодействий релятивистских ядер углерода (^{12}C), азота (^{14}N), неона (^{22}Ne) и железа (^{56}Fe) с ядрами при $p_0 = 2,5 - 4,5$ ГэВ/с на нуклон. Мишенью и детектором во всех случаях служила ядерная эмульсия. События, квалифицированные как hN - соударения, были отобраны в соответствии со стандартными критериями отбора неупругих взаимодействий со свободными и квазисвободными нуклонами эмульсии и были "очищены" от упругих и электромагнитных соударений, а также от событий когерентной диссоциации

адронов на ядрах. Случаи, отнесенные к hA соударениям, дополнительно "очищались" от событий на свободном водороде эмульсии с помощью статистических критериев. Сведения о деталях экспериментов, общих характеристиках hN , hA и AB соударений, а также о двухчастичных корреляциях в них сообщались ранее в работах, перечисленных в диссертации.

Сведения о статистике событий в каждом из рассматриваемых ниже ансамблей hN , hA и AB взаимодействий приведены в табл.1.

Табл. 1.

Тип соударения		p_0 , ГэВ/с	Ускори- тель	Число неупругих событий
снаряд	мишень			
p	N	200	FNAL	1293
p	Ядро Em	200	- " -	1626
π^-	N	200	- " -	1397
π^-	Ядро Em	200	- " -	5116
p	N	400	- " -	1061
p	Ядро Em	400	- " -	3484
C-12	- " -	$4,5 \cdot A_C$	ОИЯИ	1717
N-14	- " -	$2,9 \cdot A_N$	LBL	1027
Ne-22	- " -	$4,1 \cdot A_{Ne}$	ОИЯИ	4070
Fe-56	- " -	$2,5 \cdot A_{Fe}$	LBL	1890

Во всех перечисленных наборах событий был проведен поиск корреляций между псевдобыстродами вторичных релятивистских частиц с помощью КФ произвольной кратности. Вычислялись диагональные и недиагональные КФ R'_k , R_k , $R_k^{(2)}$ и $R_k^{(3)}$ вплоть до $k = 7$. Переменной служила величина

$$\eta = -\ln \operatorname{tg}(\theta/2) + \ln \gamma_c$$

в с.ц.м. hN - соударения (θ - полярный угол в л.с., γ_c - лоренц-фактор с.ц.м. в л.с.). Интервалы $\Delta\eta$ при вычислении КФ были выбраны равными 0.5. Рассматривались также разности типа $R_k - R_k^{IEM}$, где R_k^{IEM} - значения КФ, вычисленные в модели независимого испускания частиц, в которой были точно воспроизведены распределения по множественностям и инклюзивные одночастичные спектры $dN/d\eta$ в каждом изучаемом реальном

ансамбле. Эти различия дают представление о вкладе псевдокорреляций в изучаемые величины.

В качестве примера в табл.2 приведены значения диагональных корреляторов в "центральной" точке $\eta_1 = \dots = \eta_k = 0$, а на рис.1 - зависимость "полного" диагонального коррелятора R_3

Таблица 2.

Коррелятор		Ансамбль	
ранг k	Тип	$pN, 400 \text{ ГэВ/с}$	$pA, 400 \text{ ГэВ/с}$
2	$R' \equiv R$	0.52 ± 0.06	0.51 ± 0.03
	$R' - R'^{IEM}$	0.12 ± 0.06	0.08 ± 0.03
3	R'	1.9 ± 0.3	1.9 ± 0.1
	$R^{(2)} \equiv R$	0.39 ± 0.11	0.39 ± 0.06
	$R' - R'^{IEM}$	0.54 ± 0.25	0.43 ± 0.14
	$R - R^{IEM}$	0.19 ± 0.01	0.13 ± 0.06
4	R'	5.3 ± 1.0	5.6 ± 0.6
	$R^{(2)}$	1.4 ± 0.4	1.8 ± 0.2
	$R^{(3)} \equiv R$	0.0 ± 0.2	0.2 ± 0.1
	$R' - R'^{IEM}$	1.7 ± 1.0	1.0 ± 0.6
	$R - R^{IEM}$	-0.1 ± 0.2	-0.1 ± 0.1

от η в тех же соударениях в реальных событиях и в IEM. Совокупность данных типа приведенных в табл.2 и на рис.1 позволила сформулировать следующие эмпирические закономерности.

1. "Полная" КФ R_k быстро возрастает с увеличением ранга коррелятора. В то же время КФ R_k для hN и hA соударений отличаются от нуля лишь при $k = 2, 3$, "вычитание" двух- и трехчастичных корреляций "занимает" корреляции любого порядка. Это не противоречит предположению, что между псевдобыстроходами рожденными в hN - и hA - соударениях частиц при $p_0 = 200 - 400 \text{ ГэВ}$ имеются лишь двух- и трехчастичные корреляции.

2. Наблюдаемые корреляции во всех наборах hN , hA и AB соударений слабо (или вовсе не) зависят от типа адрона (p или

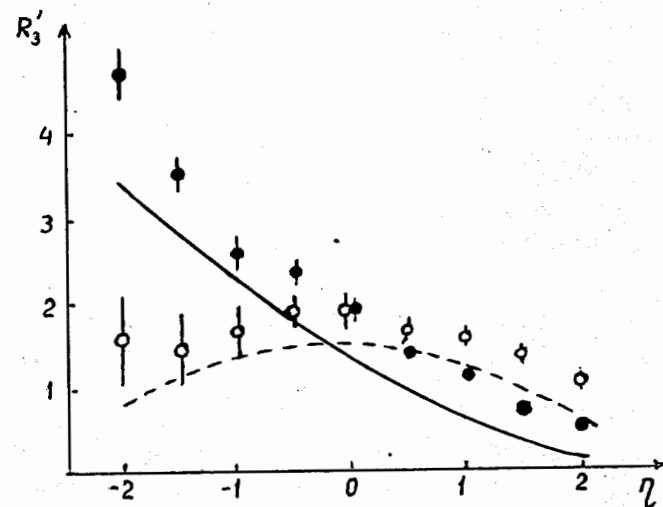


Рис.1. Зависимости КФ R'_3 от η в pN (\circ) и pA (\bullet) событиях при $E_0 = 400 \text{ ГэВ}$. Кривые - расчеты по IEM.

π^-) или ядра-снаряда и массы мишени (нуклон или ядро эмульсии).

3. Абсолютные значения КФ любого порядка для hN и hA соударений различаются, в основном, в области фрагментации мишени; возможный вклад трехчастичных корреляций в этой области, по-видимому, меньше, нежели в центральной области.

4. Как и ранее в двухчастичном случае, корреляции носят "короткодействующий" характер.

Попытка оценить долю вторичных частиц, происходящих от распадов двухчастичных резонансов, используя данные по многочастичным КФ, окончилась неудачей; при реальных статистиках экспериментов такая оценка возможна лишь при существенно больших E_0 .

Еще один общий вывод, следующий из анализа использованных данных, состоит в следующем: не получено указаний на существование тяжелых промежуточных образований или какой-либо другой "экзотики" в области $E_0 \leq 400 \text{ ГэВ}$ с помощью инклюзивных КФ.

Изучались также многочастичные КФ для получения информации о возможных корреляциях величин $\cos\theta$ для так называемых g и

в частиц (фрагменты ядра-мишени) в АВ - соударениях (см. табл.1). Такие корреляции могли бы возникнуть при реализации некоторых гипотетических механизмов (напр., механизма возникновения ядерных ударных волн) протекания этих взаимодействий. Результат поиска - отрицателен: данные не противоречат гипотезе о независимости величин $\cos\theta$ для любых фрагментов ядра-мишени во всех наборах АВ - событий.

Далее рассматривались результаты изучения многочастичных азимутальных корреляций между различными вторичными частицами из соударений, перечисленных в табл.1, с помощью методологии, описанной в гл.2. Более точно, анализ ограничивался рассмотрением стандартных отклонений $\sigma[\psi_{k-1}^{(n)}]$ (4) и $\sigma[\sigma_k^{(n)^2}]$ (5) распределений по предложенным характеристикам $\psi_{k-1}^{(n)}$ и $\sigma_k^{(n)^2}$ произвольных подгрупп вторичных частиц в полуинклюзивных наборах событий.

Распределения по $\psi_{k-1}^{(n)}$ и $\sigma_k^{(n)^2}$ вычислялись также:

- а) в модели независимого испускания частиц (стандарты - по формулам (6), (7));
- б) в модели фазового объема (при реалистических предположениях о числе нейтральных частиц при каждом фиксированном числе заряженных) - для учета кинематических корреляций;
- в) в модели независимого испускания частиц и двухчастичных резонансов (см. выше) - для оценки доли частиц от распада последних.

Моделирование событий в соответствии с пп. б) и в) производилось для каждого типа анализируемых частиц в каждом из наборов событий табл.1.

Избранные примеры анализа представлены на рис.2, 3.

Анализ привел к следующим заключениям.

А. Для hN и hA соударений при $p_0 = 200 - 400$ ГэВ/с:

1. Экспериментальные данные противоречат предположению о независимости испускания релятивистских частиц всюду за исключением событий большой множественности, при этом чем выше порядок азимутальных корреляций k , тем при больших n_s они проявляются.

2. При одинаковых n_s корреляции в hA соударениях слабее, чем в hN , при любых k .

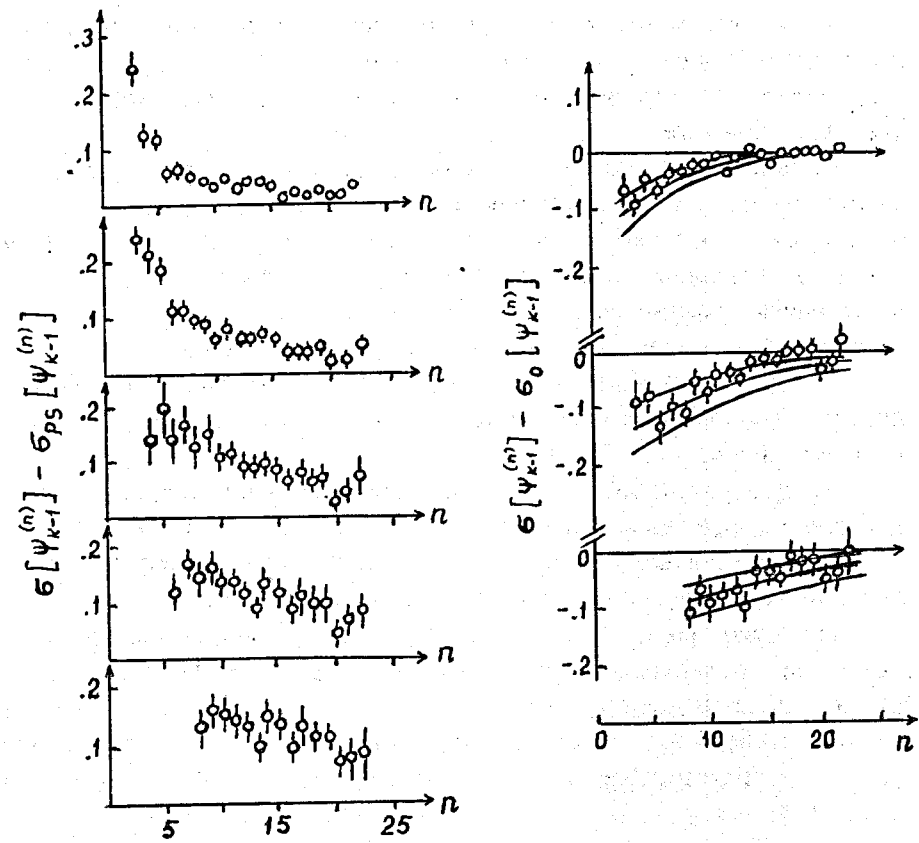


Рис.2. Зависимость $\sigma[\psi_{k-1}^{(n)}] - \sigma_{PS}[\psi_{k-1}^{(n)}]$ от n при $k = 2 - 6$ (сверху вниз) для hN событий при $E_0 = 200 - 400$ ГэВ.

Рис.3. Зависимость $\sigma[\psi_{k-1}^{(n)}] - \sigma_0[\psi_{k-1}^{(n)}]$ от n при $k = 2, 4, 6$ (сверху вниз) для hN событий при $E_0 = 200 - 400$ ГэВ. Кривые - расчет по модели независимого рождения частиц и резонансов при доле распадных частиц, равной 0.5, 0.75, 1 (сверху вниз).

3. Азимутальные корреляции в hN соударениях превышают обусловленные кинематическими причинами при всех множественностях, вплоть до максимальных ее значений (рис.2); эффект тем заметней, чем выше порядок корреляций k .

4. Модель, учитывающая рождение части вторичных заряженных частиц через распады двухчастичных резонансов, удовлетворительно описывает экспериментальные данные по hN соударениям при доле распадных частиц 50 - 75 % ,а по hA - при ≤ 50 % за исключением событий большой множественности.

Б. Для AB - соударений при $p_0 = (2.5 - 4.5)$ А ГэВ/с:

1. Для медленных сильноионизирующих частиц (фрагментов мишени) не наблюдается никаких отклонений от модели с независимым их испусканием.

2. Для релятивистских частиц имеются многочастичные азимутальные корреляции при невысоких ($< 7 - 9$) множественностях.

3. При одинаковых n_s корреляции в AB - соударениях существенно слабее, чем в hA и, тем более, в hN .

Различие между величиной и характером азимутальных корреляций при одинаковых множественностях рожденных частиц в hN , hA и AB соударениях свидетельствует, в частности, о неприменимости чисто коллективных моделей множественного образования частиц (варианты гидродинамической теории, модель "когерентной трубки" и т.д.) к неупругим столкновениям с ядрами при рассмотренных энергиях.

В заключении представлено краткое изложение основных результатов работы:

1. Апробирован для практического использования аппарат инклюзивных корреляционных функций произвольной кратности. Изучена чувствительность этого аппарата к определению и количественной оценке доли вторичных частиц, образующихся при распаде двухчастичных резонансов.

2. Предложены и апробированы два новых общих метода поиска и изучения многочастичных азимутальных корреляций. Предлагаемые случайные величины - длина интервала окружности единичного радиуса, содержащего произвольное число упорядоченных азимутальных углов вторичных частиц, и дисперсия распределения этих групп частиц. Исследована чувствительность методов к

рождению частиц через двухчастичные промежуточные образования. Предложенные характеристики позволяют определять вероятность рождения частиц через двухчастичные резонансы и оценивать их поперечные импульсы.

3. С помощью КФ произвольной кратности проведен поиск корреляций высокого порядка между псевдобыстроходами вторичных заряженных частиц из pN , πN , pA и πA взаимодействий при $p_0 = 200 - 400$ ГэВ/с. Анализ согласуется с предположением о доминирующем вкладе в наблюдаемые корреляционные явления эффектов, обусловленных распадами известных (в основном - двухчастичных) резонансов.

4. Проведены поиск и предварительное исследование многочастичных азимутальных корреляций между вторичными релятивистскими частицами из hN и hA соударений при 200 - 400 ГэВ/с. Необъяснимые кинематическими принципами многочастичные азимутальные корреляции обнаружены в hN соударениях вплоть до максимальных множественностей заряженных частиц. При одинаковых множественностях корреляции в hA соударениях слабее, чем в hN . Качественная оценка доли вторичных заряженных частиц, образованных через распады двухчастичных резонансов, дает величины 50 - 70 % для hN и ≤ 50 % для hA взаимодействий, за исключением hA событий большой множественности.

5. Проведен поиск многочастичных корреляций между вторичными заряженными частицами разных типов из релятивистских ядер ^{12}C , ^{14}N , ^{22}Ne и ^{56}Fe с ядрами фотоэмульсии при энергиях (2.5 - 4.5) ГэВ/с на нуклон. Корреляций между полярными углами не обнаружено. Не наблюдалось отклонений от модели с независимым испусканием частиц и для азимутальных корреляций высокого порядка между фрагментами ядра-мишени. Азимутальные корреляции до 4 - 5-го порядков имеют место лишь при сравнительно невысоких ($n_s < 7 - 9$) множественностях релятивистских частиц. Корреляции в AB соударениях существенно слабее, чем в hA и, тем более, в hN соударениях при тех же множественностях, что исключает применимость чисто коллективных механизмов рождения частиц в соударениях с ядрами при рассмотренных энергиях.

1. Belaga V.V., Bengus L.E., Chernov G.M. Multiparticle Correlation Functions and Formation of the Two-Particle Resonances in Multiparticle Production Reactions. Prepr. INP, No. P-7-514, Tashkent, 1991.
2. Белага В.В., Чернов Г.М. К анализу многочастичных корреляций между азимутальными углами вторичных частиц в множественных процессах. ДАН УзССР, 1991, № 6, с. 20 - 22.
3. Белага В.В., Чернов Г.М. О корреляционном анализе азимутальных углов вылета вторичных частиц в реакциях множественного рождения. ДАН РУз, 1992, № 1, с. 16 - 18.
4. Belaga V.V., Khudaiberganov A.M., Kochetkov G. Search of Multiparticle Azimuthal Correlations in Inelastic Nucleus-Nucleus Interactions at Energies of Few GeV per Nucleon. Prepr. INP, No. P-7-584, Tashkent, 1992.
5. Belaga V.V. Multiparticle Azimuthal Correlations and Formation of Two-Particle Resonances in Nuclear Collisions at High Energies. Prepr. INP, No. P-7-599, Tashkent, 1994.
6. Белага В.В., Чернов Г.М. Поиск многочастичных корреляций при множественном рождении частиц при $E_0 = 200 - 400$ ГэВ. ЯФ, 1994, т.57, с. 190 - 195.
7. Белага В.В., Чернов Г.М. Многочастичные азимутальные корреляции в реакциях множественного образования частиц при высоких энергиях. ЯФ, 1994, т. 57, с. 196 - 201.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 июня 1994 года.